



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학박사학위논문

초등 STEAM 교육의 창의적 설계  
활동을 위한 교수설계 원리 개발 연구

2017년 8월

서울대학교 대학원

교육학과 교육공학전공

최 소 영



# 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리 개발 연구

지도교수 임 철 일

이 논문을 교육학박사 학위논문으로 제출함

2017년 5월

서울대학교 대학원  
교육학과 교육공학전공  
최 소 영

최소영의 박사학위논문을 인준함

2017년 7월

위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)

부위원장 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)



## 국문 초록

미래 사회의 구성원을 교육하는 초·중등 교육에서는 미래를 살아갈 학생들이 갖추어야 하는 핵심적 역량의 계발을 위한 노력을 경주하고 있다. 과학기술이 발달하면서 인간의 삶과 일의 방식이 변화할 것으로 예상되는 미래 사회의 모습은 초·중등 학생들의 창의·융합적 문제해결 능력을 키우기 위한 교육의 필요성을 제기한다. 세계 각국에서는 사회의 변화가 과학기술의 발달에 기초한다는 점에 착안, 과학기술 관련 분야에 대한 소양을 갖춘 창의·융합적 인재 양성을 위한 노력을 하고 있다. 우리나라는 이러한 노력의 하나로 초·중등 학생들을 대상으로 STEAM 교육이 실시되고 있다. STEAM 교육은 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술 및 인문학(A), 수학(M)의 영문 약자를 조합한 것으로 학습자가 자신이 해결해야 할 문제로 인식할 수 있는 ‘상황제시’, 공학 설계의 특징을 반영한 ‘창의적 설계’, 창의적 설계를 통한 몰입과 즐거움의 ‘감성적 체험’ 등을 주요 수업 요소로 하고 있다. 창의적 설계는 초·중등 학생들의 과학기술 관련 교과에 대한 흥미와 태도, 창의적 문제해결력을 향상시키는 중요한 수업 활동으로 교사들의 설계 대상이 되고 있다. 창의적 설계 활동의 효과에 대한 연구보고가 상반되게 제시되는 가운데 STEAM 수업에서 창의적 설계의 특징이 잘 반영되고 있지 않고 있으며 교사들의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계의 어려움이 보고되고 있다. 현시점에서의 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 수업연구들은 창의적 설계 활동의 절차나 창의적 설계 자체를 구성하는 하위 요소들을 제시하는 데에 그치고 있어서 이를 적용하여 수업을 설계하는 데에는 한계가 있다. 교사들이 창의적 설계 활동 수업을 설계하고 수행하기 위해서는 이를 위한 교수설계 원리가 필요한 상황이다.

이 연구는 초등학생들을 대상으로 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 설계할 때 적용할 수 있는 교수설계 원리를 개발하기 위해 수행되었다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리는 무엇인가. 둘째, 초등 STEAM 교육의 창의

적 설계 활동을 위한 교수설계 원리에 대한 교사와 학습자의 반응은 어떠한가.

이 연구의 방법으로는 설계·개발 연구 유형 2의 방법이 적용되었다. 이를 위해 문헌에 기초한 교수설계 원리의 초안 도출, 사례분석을 통한 원리의 수정, 개발된 설계 원리에 대한 전문가 타당화, 설계 원리를 적용한 수업의 개발 및 실시, 이에 대한 사용자 반응 평가 등 내적·외적 타당화의 과정을 거쳐 최종 교수설계 원리를 개발하는 방법을 따랐다.

연구결과, ‘설계 문제’, ‘설계 활동 과정’, ‘산출물’을 구성요소로 하여 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리 11개가 개발되었다. 여기에는 1)교과 통합의 원리, 2)최적성의 원리, 3)단계별 활동 충실의 원리, 4)설계의 순환 반복의 원리, 5)지식 활용 촉진의 원리, 6)창의적 사고 활성화의 원리, 7)시각화 활용의 원리, 8)실패 관리의 원리, 9)학습자원 선정의 원리, 10)협력 활동 촉진의 원리, 11)자기 평가 지원의 원리가 포함되었으며 각각의 원리를 실현하기 위한 29개의 상세지침이 개발되었다. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리는 교사의 수업설계를 체계적으로 안내한 것으로 나타났으며, 수업관찰과 인터뷰를 통해 학생들의 창의·융합적 사고의 적용과 과학기술에 대한 흥미와 중요성에 대한 인식의 변화가 있었음이 확인되었다.

이상의 결과를 바탕으로 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리, 활동의 교수설계, 설계·개발 연구방법론의 연구절차, 교사들의 교수설계 원리 사용에 대해 논의하였다. 후속 연구로, 다양한 유형의 산출물에 따른 창의적 설계 활동을 위한 연구, STEAM 교육을 위한 교과 통합적 문제 개발에 대한 연구, 메이커(Maker) 교육과 연계한 창의적 설계 활동을 위한 연구, 설계 활동을 위한 학습 환경 설계 연구의 필요성이 제안되었다.

주요어: STEAM 교육, 융합인재교육, 창의적 설계, 창의적 설계 활동, 교수설계 원리  
학 번: 2010-30375

## <차례>

I. 서론 .....	1
1. 문제 제기 .....	1
2. 연구 문제 .....	8
3. 연구의 의의 .....	9
4. 용어의 정의 .....	10
II. 선행문헌 고찰 .....	12
1. STEAM 교육의 특징 및 교수설계 .....	12
가. STEAM 교육의 특징 .....	12
나. STEAM 교육을 위한 교수설계 .....	31
2. 창의적 설계의 특징 및 구성요소 .....	48
가. 설계의 정의와 창의적 설계의 특징 .....	48
나. 창의적 설계의 구성요소 .....	59
3. 초중등 교육에서의 창의적 설계와 교수설계 .....	74
가. 창의적 설계의 교육적 효과 및 교육 프로그램 .....	74
나. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 .....	80
III. 연구 방법 .....	93
1. 설계·개발 연구 .....	93
2. 교수설계 원리 개발 .....	96
가. 선행문헌 고찰 .....	96
나. 교사 인터뷰 및 수업 관찰 .....	99
3. 교수설계 원리의 타당화 .....	102
가. 전문가 검토 .....	102
나. 사용성 평가 .....	105
다. 현장 반응 및 효과 검토 .....	106
IV. 연구 결과 .....	117
1. 교수설계 원리 개발 .....	117
가. 선행연구 분석 .....	117



나. 현장 교수자의 교수설계 분석을 위한 인터뷰와 수업관찰	124
다. 초기 교수설계 원리 개발	137
2. 전문가 타당화	145
가. 1차 타당화 및 수정	145
나. 2차 전문가 타당화	149
다. 3차 교수설계 원리 개발 및 전문가 타당화	159
라. 4차 교수설계 원리 개발	165
3. 사용성 평가	168
가. 교수·학습 과정안 작성과 수업실행	168
나. 교사와 학습자 인터뷰	169
4. 교수설계 원리에 대한 반응과 효과	176
가. 교수자의 반응	176
나. 교수설계 원리의 효과 및 학습자의 반응	179
5. 최종 교수설계 원리 개발	194
가. 개념 모형 및 구성요소	194
나. 최종 교수설계 원리 및 상세지침	196
다. 창의적 설계 활동의 교수설계를 위한 절차 모형	216
V. 논의 및 결론	222
1. 논의	222
가. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리의 이론적·실천적 함의	222
나. 창의적 설계 활동과 교수설계	225
다. 설계·개발연구 방법론의 연구 절차	228
라. 교사들의 교수설계 원리의 사용	229
2. 결론	231
3. 교수설계 원리 활용에 대한 제안 사항	232
4. 제언	233
참고문헌	235
부록	250
ABSTRACT	297

## <표 차례>

<표 II-1> 융합인재의 정의 .....	19
<표 II-2> 융합인재교육에 대한 정의 .....	21
<표 II-3> 창의적 설계 과정과 하위과정 요소 .....	23
<표 II-4> STEAM 교육의 학습 준거 .....	26
<표 II-5> 융합인재의 핵심 역량 및 요소 .....	27
<표 II-6> 통합적 STEM 교육의 교수를 위한 s.t.e.m 모형 .....	36
<표 II-7> 국내 STEAM 연구에서 정의한 창의적 설계 .....	44
<표 II-8> 창의적 설계 체크리스트 .....	45
<표 II-9> 감성적 체험 체크리스트 .....	46
<표 II-10> 설계 정의 .....	49
<표 II-11> 연역법, 귀납법, 귀추법 비교 .....	50
<표 II-12> 과학, 인문학, 설계의 구분 .....	51
<표 II-13> 설계의 대조적 관점 비교 .....	53
<표 II-14> 설계 방법의 관점 비교 .....	53
<표 II-15> 공학 설계 과정과 창의적 산출물의 유형 .....	58
<표 II-16> 설계 문제의 특징 .....	61
<표 II-17> 설계 사고를 설명하는 다양한 관점 .....	68
<표 II-18> 창의적 산출물의 평가 기준과 하위요소 .....	70
<표 II-19> 창의적 설계의 구성요소와 특징 .....	73
<표 II-20> LEGO를 활용한 공학설계 기반 과학 교육과정 설계 원리 .....	77
<표 II-21> 설계기반 교육 문제의 사례 .....	83
<표 II-22> 공학설계 과정 .....	85
<표 III-1> 연구의 범위 및 연구 방법 .....	94
<표 III-2> 검토한 선행연구 영역 및 시사점 .....	97
<표 III-3> 인터뷰한 현장 STEAM 수업 전문가 경력 .....	100
<표 III-4> 관찰한 수업 정보 .....	101
<표 III-5> 연구 참여 전문가 정보 및 참여 단계 .....	102
<표 III-6> 사용성 평가 참여자 정보 및 수업 일시 .....	105
<표 III-7> 평가 참여자 정보 .....	107
<표 III-8> 차시별 중점 질문 내용 .....	108
<표 III-9> 수업설계 개요 .....	111

<표 IV-1> 교수설계 내용과 구성요소 .....	118
<표 IV-2> 교사들의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 방법 시사점 .....	132
<표 IV-3> 수업관찰 및 학습자 인터뷰의 시사점 .....	136
<표 IV-4> 초기 교수설계 원리 및 상세지침 .....	137
<표 IV-5> 초기 교수설계 원리 도출과정 타당화 결과 .....	145
<표 IV-6> 초기 교수설계 원리 전반에 대한 타당화 결과 .....	146
<표 IV-7> 초기 교수설계 원리 타당화 결과 .....	147
<표 IV-8> 초기 교수설계 원리의 상세지침 중 수정이 필요한 상세지침 .....	148
<표 IV-9> 1차 전문가 의견 및 개선 사항 .....	149
<표 IV-10> 2차 교수설계 원리 및 상세지침 .....	151
<표 IV-11> 2차 교수설계 원리 도출 과정에 대한 타당화 결과 .....	154
<표 IV-12> 2차 교수설계 원리 전반에 대한 타당화 결과 .....	155
<표 IV-13> 2차 개별 교수설계 원리에 대한 타당화 결과 .....	155
<표 IV-14> 2차 교수설계 원리의 상세지침 중 수정이 필요한 상세지침 .....	156
<표 IV-15> 2차 전문가 타당화 의견을 반영하여 수정한 사항 .....	157
<표 IV-16> 3차 교수설계 원리 및 상세지침 .....	159
<표 IV-17> 구성요소에 대한 3차 타당화 결과 .....	162
<표 IV-18> 3차 교수설계 원리 도출 과정에 대한 타당화 결과 .....	162
<표 IV-19> 3차 교수설계 원리 전반에 대한 타당화 결과 .....	162
<표 IV-20> 3차 타당화 결과 .....	163
<표 IV-21> 3차 교수설계 원리의 상세지침 중 수정이 필요한 상세지침 .....	164
<표 IV-22> 3차 전문가 타당화 결과에 따른 수정 사항 .....	164
<표 IV-23> 4차 교수설계 원리 및 상세지침 .....	165
<표 IV-24> 사용성 평가 내용-교사 .....	171
<표 IV-25> 사용성 평가 내용-학습자 .....	174
<표 IV-26> 교수설계 원리에 대한 교사의 반응 평가 결과 .....	176
<표 IV-27> STEAM 수업에 대한 만족도 사전-사후 검사 결과 .....	179
<표 IV-28> 흥미·태도 문항 .....	180
<표 IV-29> 창의적 설계 태도 문항 .....	181
<표 IV-30> 만족도 문항 .....	190
<표 IV-31> 외적 타당화에 따른 수정 사항 .....	196
<표 IV-32> 최종 교수설계 원리 및 상세지침 .....	198
<표 IV-33> 성찰 질문과 평가 기준 제시의 예 .....	216
<표 V-1> 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 활동의 활동체계 분석 .....	226

## <그림 차례>

[그림 II-1] 융합인재유형 .....	20
[그림 II-2] 설계의 산출 융합 과정 .....	23
[그림 II-3] 융합의 요소 .....	24
[그림 II-4] STEAM 교육을 위한 통합 모형 .....	24
[그림 II-5] STEAM 교육 수업구성 원리 .....	25
[그림 II-6] STEAM 수업 유형 .....	25
[그림 II-7] STEM 통합 접근의 교육 프로그램 개념 모형 .....	33
[그림 II-8] STEM 교육을 위한 기술 수업 설계 모형 .....	33
[그림 II-9] 활동중심 STEM 교육프로그램 개발을 위한 절차모형 .....	34
[그림 II-10] STEM 단위 개발을 위한 방법론 .....	35
[그림 II-11] PDIE 모형 .....	37
[그림 II-12] STEAM 교육을 위한 교수체제설계 모형 .....	38
[그림 II-13] 미술과 중심 STEAM 교수·학습 과정안 개발 절차 .....	38
[그림 II-14] STEAM 학습준거의 창의적 설계에 대한 절차 모형 .....	39
[그림 II-15] 통합적 STEM 교육을 위한 PIRPOSAL 모형 .....	40
[그림 II-16] 교사들의 교수설계 과정 .....	42
[그림 II-17] 여러 영역에서의 설계에 대한 관점 .....	52
[그림 II-18] 설계 과정 .....	54
[그림 II-19] 창의적 설계 과정과 창의적 설계 산출물 .....	56
[그림 II-20] 창의적 사고 과정 도식 .....	56
[그림 II-21] 설계의 유형 .....	57
[그림 II-22] 문제와 해결 공간의 공진화 .....	64
[그림 II-23] 설계 학습 모형 .....	65
[그림 II-24] 창의적 설계 과정의 통합적 모형 .....	67
[그림 II-25] d.school의 Design Thinking Process .....	69
[그림 II-26] 초등학생을 위한 공학 설계 과정 .....	77
[그림 II-27] 과학과 공학의 통합 설계 모형 .....	79
[그림 II-28] 활동체계 모형 .....	81
[그림 III-1] 연구절차 및 내용 .....	95
[그림 III-2] 아이디어 모으고 정리하기 .....	112
[그림 III-3] 설계도와 학생들의 피드백 .....	113
[그림 III-4] 설계도 수정 .....	115

[그림 Ⅲ-5] 모형 제작 과정 .....	115
[그림 Ⅲ-6] 전시회 모습 .....	116
[그림 IV-1] 구성요소 도출 과정 .....	118
[그림 IV-2] 독창적 사고가 반영된 모형 .....	182
[그림 IV-3] 태양의 고도에 따라 움직이는 태양광 판 .....	185
[그림 IV-4] 경험, 교과 지식, 사전 지식이 반영된 아이디어 .....	188
[그림 IV-5] 융합적, 창의적 사고가 적용된 모형 .....	189
[그림 IV-6] 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동의 교수설계를 위한 개념 모형 ....	194
[그림 IV-7] 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 절차 모형 ..	217

# I. 서론

## 1. 문제 제기

미래 사회의 구성원을 기르는 초·중등 교육은 미래 사회에 요구되는 역량을 갖추도록 학생들을 교육하는 목적을 가지고 있다. 인간이 하던 일을 대체할 수 있는 기술의 발달로 인한 미래 사회의 예고된 변화는 현재의 초·중등 학생들이 갖추어야 할 역량과 이를 위한 교육을 어떻게 할 것인가에 대한 교육자들의 관심을 불러일으키고 있다. 여러 가지 핵심 역량이 논의되는 가운데 다양한 분야의 지식을 융합하여 창의적으로 문제를 해결하는 능력은 공통적으로 강조되고 있으며 이러한 창의·융합 인재를 육성하기 위한 노력이 세계 각국에서 이루어지고 있다(노상우, 안동순, 2012; 최상덕 외, 2011).

세계 여러 나라에서는 창의·융합 인재 양성을 위한 노력의 하나로 STEM 교육 또는 STEAM 교육을 시행하고 있다(김진수, 2012; DeCoito, 2016). 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)의 영문 첫 글자를 조합한 STEM 교육과 STEM 교육에 예술 및 인문학(Arts)을 더한 STEAM 교육은 과학기술을 중심으로 관련 교과를 통합하여 창의적 문제해결의 경험 제공을 주된 교육 방법으로 한다.

국내에서는 2011년 ‘과학기술 인력 육성지원 기본계획’의 하나로 STEAM 교육이 제시되었으며 교육과학기술부에서는 STEAM 교육을 ‘융합인재교육’으로 명명하고 초·중등 교육과정에 반영하였다(김진수, 2012). 국내 STEAM 교육은 창의·융합 인재 양성의 목적과 함께 초·중등 학생들의 과학기술 관련 교과에 대한 흥미와 태도 함양을 목표로 가지고 있다(조향숙, 김훈, 허준영, 2012). 이러한 배경에는 우리나라 초·중등 학생들의 수학, 과학 교과의 높은 학업성취도와 반비례하는 흥미와 자신감의 문제가 있다. 수학, 과학의 국제 성취도 비교인 TIMSS 2011에서 우리나라 초등 학교 4학년과 중학교 2학년 학생들의 수학과 과학의 성취도 결과는 상위

권이었으나 과목에 대한 흥미와 자신감은 낮은 것으로 나타났다(김수진, 2013). TIMSS 2015에서도 학생들의 흥미도는 여전히 저조한 것으로 나타나<sup>1)</sup> 학생들이 자연과학 분야 관련 교과에 대한 관심과 흥미를 가질 수 있도록 수업 방법을 바꿔야 한다는 주장이 힘을 얻고 있다.

초·중등 학생들의 과학기술 관련 교과에 대한 흥미와 자신감 향상, 창의적 문제해결력의 향상을 위한 교육 방법은 실생활과의 연계와 교과 간 통합의 접근을 강조한다. 예컨대, 과학(Science), 기술(Technology), 사회(Society)의 내용을 통합한 STS 교육에서는 과학기술의 유용성을 사회와 연계하여 가르침으로써 학생들이 과학기술의 유용성을 인식하고 흥미도를 높이도록 하였다(김진수, 2012). STEAM 교육도 이의 연장선에서 실생활의 문제를 과학의 개념과 원리를 중심으로 수학, 과학, 기술, 공학, 예술, 인문학 등 초·중등 교육과정에 근거한 여러 교과의 개념과 원리를 적용하여 해결하는 경험을 제공하고 있다(교육과학기술부, 2011a).

STEAM 교육이 정책적으로 시행된 이후 여러 연구들을 통해 초·중등 학생들의 창의적 문제해결과 과학기술에 대한 태도 변화에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. STEAM 교육을 통해 학생들의 과학기술에 대한 중요성 인식과 관련 교과에 대한 흥미가 높아졌으며(박현주 외, 2014), 고차적 사고능력의 향상(김석희, 유현창, 2014)과 창의적 태도에도 긍정적인 영향(이명숙, 김미숙, 문은식, 2013)이 있었다. STEAM 교육 이전에도 STS 교육과 같이 과학을 중심으로 교과를 통합한 교육이 있었다는 점에서 STEAM 교육의 효과는 기존의 교육과 차별화되는 특징에서 비롯되었음을 알 수 있다.

STEAM 교육에서는 수업의 핵심 요소로 창의적 설계와 감성적 체험을 강조한다(박현주 외, 2012). 창의적 설계는 문제의 제한조건을 고려하며 최상의 해결책을 만드는 공학의 설계 활동과 유사한 것이고 감성적 체험은 문제해결을 위한 다양한 체험을 통해 성공을 경험하고 새로운 문제에 대한 도전의 자세를 갖게 하는 것이다(백운수 외, 2012; 조향숙 외,

---

1) 교육부 보도자료(2016.11.29.)

<http://www.moe.go.kr/web/45859/ko/board/view.do?bbsId=294&boardSeq=64987>

2012). 창의적 설계의 과정과 결과로서 학습자가 성취감과 새로운 문제에 대한 도전 의식을 가지게 된다는 점에서 창의적 설계에서의 활동이 중요함을 알 수 있다. 교사들은 창의적 설계를 과학기술에 대한 흥미 고취와 창의적 문제해결력 향상과 관련 있는 것으로 이해하며(박상우, 정원우, 박영관, 2016; 백윤수 외, 2012) STEAM 수업의 주된 학습활동으로 교수설계하고 있다(신영준, 한선관, 2011; 이동희, 김진옥, 김진수, 2015).

초·중등 교육과정에 공학 교과가 없으나 공학적 설계의 특징을 가지고 있는 창의적 설계를 STEAM 교육에서 핵심 요소로 활용하는 것은 다음의 특징과 효과가 있기 때문이다.

첫째, 공학은 과학과 수학의 개념과 지식을 응용하는 학문으로 설계 문제는 STEAM 교육에서 자연스러운 교과 통합의 맥락을 제공한다(Sanders, 권혁수, 박경숙, 이효녕, 2011). 설계 활동을 통해 학생들의 과학 개념의 이해도(Penner, Lehrer, & Schauble, 1998)와 수학과 과학의 과정 지식에 대한 이해가 높아졌음(Strong, 2013)은 이와 관련이 있다. 둘째, 설계 문제는 비구조화된 문제로 창의적 문제해결의 기회를 제공하여(Cropley & Cropley, 2010) 학생들이 설계 문제를 해결하면서 창의성이 향상되었다(Hegedus, 2014). 셋째, 설계 과정에서 사고(minds-on)와 체험활동(hands-on)의 상호작용이 강조된다(백윤수 외, 2012; Lawson, 2006). 학생들은 아이디어를 생성하고 이를 실체화하는 과정에서 사고를 구체화하고 비판적으로 사고하였다(Lasky & Yoon, 2011; Thomasian, 2011). 또, 설계의 체험활동으로서 제작은 STEAM 수업에 대한 흥미와 만족도를 높이는 요소로 작용을 하고 있다(김희필, 2016). 넷째, 설계 과정은 평가를 통해 순환, 반복적으로 이루어지며 제한요소를 중요하게 다룬다(김기수 외, 2013; Dym & Little, 2004). 설계 과정은 해결안 중심의 문제해결 과정으로 해결안과 문제가 공진화하며 지속적으로 제한조건을 고려하여 설계 내용을 개선하는 과정이 반복된다(Dorst & Cross, 2001). 제한요소는 익숙한 방법으로 문제를 해결하는 것을 방지하고 다른 방법을 탐색하는 노력을 요구하여 창의적 사고의 기회를 제공한다(Moreau & Dahl, 2009).



공학적 설계를 바탕으로 교과를 통합한 교육의 효과가 있음을 보고한 위와 같은 연구가 있는 반면에 효과에 의문을 제기한 연구들이 있다. Wendell과 Rogers(2013)는 초등학생에게 설계를 기반으로 과학교육을 한 결과 과학에 대한 학생들의 태도 변화가 크게 나타나지 않았다고 하였다. Venville, Wallace, Rennie와 Malone(2002), Sidawi(2009)는 설계를 중심으로 교과를 통합한 교육의 효과가 잘 설명되지 않았으며 각 교과에서 중요하게 다루고 있는 개념을 학생들이 이해했는지에 대해서도 알 수 없다고 주장하였다. 이러한 문제의 원인으로 다음의 두 가지가 있다.

먼저, 교사들의 공학적 설계에 대한 이해가 부족하기 때문이다. 정진현(2016)에 따르면 초등교사들은 공학적 설계를 이해하지 못하고 있어 공학적 설계인 창의적 설계를 STEAM 수업에 적용하는 것에 자신감이 부족하다고 인식하고 있다. 설계의 특징에 대한 교사들의 이해와 자신감 부족은 교사가 갖고 있는 상식적 수준에서 설계 활동을 계획하거나 창의적 설계를 배제하는 형태로 나타나고 있다. 예컨대, 교사들의 수업 계획에서 제한 조건에 대한 내용이 잘 제시되지 않고(김지숙, 2013) 수학적 사고의 적용이 미비하며(Kelley, Brenner, & Pieper, 2010) 설계 활동을 선형적으로 가르치고 있다(Sidawi, 2009). 또, 교사들은 STEAM 수업에서는 무언가를 만들어야 한다는 인식을 가지고 있으며(정광순, 2015) 만들기는 미술의 표현 활동으로 적용되고 있어(권난주, 안재홍, 2012) 창의적 설계가 설계 활동의 목적과 전략 없이 단순한 만들기 활동에 머물 우려를 낳고 있다(안재홍, 권난주, 2013).

다음으로, 창의적 설계 활동을 위한 교육과정 재구성의 어려움 때문이다. 일반적으로 교사들은 교과 내용을 중심으로 교육과정을 재구성하며 수업을 설계하고 있으나(임철일, 최소영, 홍미영, 2010) 창의적 설계를 위한 교과통합은 설계 활동에 적용할 수 있는 STEAM 관련 교과 지식과 기능을 분석하여 교과 내용을 재구성해야 하는 차이가 있다. 이러한 교육과정 재구성은 교사들에게 쉽지 않은 과정으로, 교과서에 제시된 활동을 단순히 나열하며 수업을 계획하는 결과로 나타나고 있다(임유나, 2012). 예컨대, 교과별로 유사한 내용을 STEAM 교육의 융합 요소로 간주하여 나열하거

나 기존의 과학 수업에 다른 교과와 활동 내용을 끼워 맞추고 있다(김정효, 안도, 2013; 임유나, 2012). 이와 같은 통합은 활동과 학습목표가 유기적으로 결합되지 못하여(박영석 외, 2013) 학습의 효과를 의문시 하게 된다(이경진, 김경자, 2013).

위와 같이 창의적 설계 활동이 STEAM 교육의 목적을 달성하기 위한 핵심 요소로 제시되었으나 효과에 대한 상반된 연구 결과와 교사들의 교수설계의 문제점에 대한 연구가 보고되고 있다. 이러한 교사들의 교수설계와 관련하여 창의적 설계 활동을 안내하는 여러 연구들을 확인할 수 있다. Wells(2015, Wells, 2016 재인용)는 발산적, 수렴적 사고를 하며 공학적 설계 과정인 ‘문제 확인, 아이디어 생성, 연구, 가능한 해 찾기, 최적화, 해결안 평가, 대안, 학습 결과’의 활동을 하는 학습 모형을 제안하였다. 김진수(2012)는 ‘문제의 정의, 설계의 계획, 아이디어의 선정, 제작의 실제’를 학습자의 창의적 설계 활동을 위한 절차로 제시하였다. 이동희 외(2015)는 창의적 설계 활동의 학습 모형으로 ‘문제인식, 설계, 제작, 평가’를 제안하였다. 백운수 외(2012)는 교사가 창의적 설계 활동을 계획할 때 반영해야 할 요소로 ‘자기주도적 학습, 문제발견 및 정의, 아이디어 발현, 학습방법, 과정과 활동 중심, 다양한 산출물, 협력학습’을 제시하였다.

그러나 학습 절차와 교수설계에서 고려할 몇 가지 요소를 제시한 안내는 일반적 수준으로 이루어져 교사들의 임의적 해석을 요구하고 수업의 계획과 실행에 도움이 되지 않고 있다. 교사들이 창의적 설계 활동을 교수설계할 때 겪는 어려움으로 다음의 세 가지를 들 수 있다.

첫째, 창의적 설계 활동을 위한 문제 설계의 어려움이 있다. 교사들은 창의적 설계 활동을 이끄는 교과 통합적 문제를 설계하는 것에 어려움을 느끼고 있다(문대영, 2016; 최숙영, 이재원, 노태희, 2015). 과학의 개념과 원리를 적용하여 창의적으로 사고하며 문제를 해결하고 해결 결과로 산출물을 만드는 문제를 개발하는 과정이 교사의 역량에 의존하고 있어 과학과 공학에 대한 내용 지식이 부족하다고 인식하는 경우 문제를 설계하는 것에 더욱 부담을 크게 느끼게 됨을 예상할 수 있다.

둘째, 학생들의 창의적 사고를 촉진해야 함에 부담을 느끼고 있다. 교

사들이 학습자의 창의성을 발현시키기 위해 지도할 수 있는 전문성이 필요하나(이동원, 2009) 교사들은 스스로 창의적이지 않다고 인식하고 있으며 학생들의 창의적 사고를 촉진하기 위해 어떤 방법을 적용해야 할지에 대한 어려움을 느끼고 있다(박상우 외, 2016; Bamberger & Cahill, 2013).

마지막으로, 산출물 제작 활동을 학습과 연계하여 계획하는 것이 어렵다. 교사들은 창의적 설계의 제작 활동을 수업에 계획하고 실행하면서도 제작 활동의 효과와 효율성 측면에서 의문을 가지고 있다(문대영, 2016; 임수민, 김영신, 이태상, 2014). 수업에서 학생들이 주도적으로 바쁘게 움직이고 있지만 학습 목적과 관계없이 시간만 많이 소요되고 교과 학습과 교과 진도 맞추기에 도움이 되지 않기 때문이다(이경진, 김경자, 2013; 이정민, 신영준, 2014).

이러한 교사들이 겪고 있는 어려움은 창의적 설계와 관련된 기존의 연구들이 설계 활동의 절차에 초점을 맞추고 있어 설계 활동이 요구되는 문제와 창의적 설계를 촉진하기 위한 전략, 활동을 통한 결과물을 전체적으로 다루지 못하는 한계와 관련이 있다. 따라서 교사들이 STEAM 수업의 창의적 설계 활동을 계획하기 위해 고려해야 할 사항들을 종합적이고 체계적으로 안내할 수 있는 교수설계 원리가 필요하다(박상우 외, 2016; 심재호, 이양락, 김현경, 2015; 허혜연 외, 2015; Lammi & Greenhalgh, 2011; Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012). 이러한 교수설계 원리가 교사들에게 실제적으로 도움이 되기 위해서는 교사가 처한 설계 맥락과 상황을 고려해야 한다(Burghardt & Hacker, 2004; Householder & Hailey, 2012). 예컨대, STEAM 교육은 초·중등에 공통적으로 적용되고 있으나 대부분의 교과를 가르치는 초등교사와 하나의 교과를 가르치는 중등교사들의 교육과정 통합과 STEAM 수업을 위한 시간 계획의 방법에 차이가 있다. 또, 초등교사들은 중등교사들과 비교하여 공학을 접할 수 있는 기회가 적어 공학 설계의 특징을 반영한 창의적 설계를 수업에 적용하는 자신감이 부족하다(안재홍, 권난주, 2013; 정진현, 2016).

초등교사들이 STEAM 교육의 창의적 설계 활동의 계획과 실천에 어려

움을 겪고 있으나 기존의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 안내에 한계가 있어 본 연구에서는 창의적 설계 활동을 교수설계할 때 적용할 수 있는 교수설계 원리와 상세지침을 개발하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 STEAM 교육, 창의적 설계와 관련된 선행연구 고찰과 현장 교수설계의 시사점 확인을 통해 교수설계 원리를 개발하고 전문가의 검토, 사용성 평가를 실시한 후, 현장에 적용하여 교수설계 원리에 대한 교사와 학습자의 반응을 확인하였다. 본 교수설계 원리의 개발은 초등교사들이 학생들의 과학기술에 대한 흥미와 관심을 높이고 창의적 사고를 촉진하기 위한 목적으로 STEAM 교육에서 창의적 설계 활동을 교수설계하는 것을 도울 것으로 기대된다.

## 2. 연구 문제

연구문제 1. 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리는 무엇인가?

1-1. 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 일반 교수설계 원리는 무엇인가?

1-2. 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계의 상세지침은 무엇인가?

연구문제 2. 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리에 대한 교사와 학습자의 반응은 어떠한가?

2-1. 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리에 대한 교사의 반응은 어떠한가?

2-2. 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리에 대한 학습자의 반응은 어떠한가?

### 3. 연구의 의의

본 연구는 초등교사가 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 교수설계할 때 활용할 수 있는 교수설계 원리와 상세지침을 개발하고 타당화하는 것을 목적으로 하였다. 본 교수설계 원리는 초등교사들의 설계 환경과 초·중·고등학생의 특성을 반영하여 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리와 상세지침을 제시하였다. 본 연구의 실천적·이론적 의의는 다음과 같다.

첫째, 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교사들의 계획과 실천을 구체적인 수준에서 안내할 것이다. 창의적 설계 활동을 위한 기존의 교수설계 안내는 하위요소의 나열이나 학습자의 설계 활동 절차를 제시하는 일반적 수준으로 이루어져 교사들이 수업을 설계할 때 충분한 도움을 받기에 한계가 있었다. 창의적 설계 활동을 위한 제반사항들을 종합적으로 고려하여 체계적으로 제시한 교수설계 원리는 초등교사들의 STEAM 교육의 실천에 도움이 될 것이다.

둘째, 설계의 교육적 활용을 도울 것이다. 설계 교육은 기술과 공학 분야에서 전문 설계자 양성과 설계 능력 향상을 위해 전문 교과 내용과 설계를 위한 기능의 학습에 초점이 맞추어져 초·중·고 학생들의 설계 활동에 대한 안내는 미비한 형편이다(권혁수, 박경숙, 2009; Oxman, 2001). 초등 STEAM 교육에서 창의적 사고 촉진과 수업의 흥미 향상의 목적을 가진 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리는 초·중·고 학생들의 창의성과 흥미 향상에 효과적인 교수전략으로 활용하는 데 시사점을 제공할 것이다.

셋째, 초등학생을 위한 공학교육 프로그램 개발에 도움이 될 것이다. 창의적 문제해결, 혁신에 미치는 공학의 중요성과 역할이 높아지면서 초·중·고 학교부터 공학을 적용하려는 시도가 이어지고 있다(김기수 외, 2013; 김영민, 김현정, 허혜연, 이창훈, 김기수, 2015). 본 연구에서 개발한 공학적 설계를 중심으로 한 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리는 초등학생 대상의 공학교육 프로그램 개발에 기초 자료로서 활용될 수 있다.

넷째, STEAM 교육을 위한 교수 방법의 구축에 도움이 될 것이다. 기존의 STEAM 교육 연구는 프로그램 개발에 집중되어 있고(곽혜정, 류희수, 2016) 수업을 설계하기 위한 구체적인 전략이나 방법을 제안하는 연구는 미비한 형편이다. 이에 본 교수설계 원리는 STEAM 교육의 특징을 반영하며 수업을 설계하는 방법으로서 시사점을 제공할 것이다.

## 4. 용어의 정의

### (1) 초등 STEAM(융합인재) 교육

교육과학기술부(2011a)는 STEAM 교육을 융합인재교육으로 명명하며 ‘과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 소양과 실생활의 문제해결력을 배양하는 교육’으로 정의하였다. 본 연구에서는 STEAM 교육으로 통일하여 사용하였다.

STEAM 교육은 창의적 과학기술 인재 양성을 목적으로 초·중등 학생을 대상으로 하며 실생활의 문제를 창의적 설계 활동을 통해 해결하는 방법을 적용한다(한국과학창의재단, 2012). 본 연구에서는 초등 STEAM 교육을 ‘초등학생들의 과학기술에 대한 흥미와 태도, 창의적 문제해결력을 향상시키기 위해 공학적 설계 활동을 기반으로 과학, 기술, 공학, 인문학 및 예술, 수학의 지식과 방법들을 적용하여 문제를 해결하는 교육방법’으로 정의하였다.

### (2) 창의적 설계 활동

STEAM 교육의 수업 준거 중 하나인 창의적 설계는 지식, 작품, 제품 등과 같은 산출물을 구성하기 위해 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 해결안을 찾는 종합적인 과정으로, 과학보다는 공학적 문제 해결 방식이다(백운수 외, 2012; 조향숙 외, 2012). 본 연구에서는 창의적 설계 활동을 공학적 설계 활동으로서 ‘창의적 산출물을 구성하기 위해 과

학 교과와 개념과 원리를 적용하고 창의적으로 사고하며 최적의 해결안을 찾는 설계 활동'으로 정의하고 설계의 범위로 문제해결을 위한 아이디어 구상과 이를 실제화하는 제작 활동을 포함하였다.

### (3) 창의적 산출물

설계 활동의 결과물인 산출물은 유형, 무형의 것이 있으며 STEAM 교육에서는 크게 제품, 작품, 지식으로 구분할 수 있다(백윤수 외, 2012). 초등교육에서는 만들기가 창의적 설계 활동에서 주된 학습활동으로 활용되고 있다(김준수, 김종욱, 김진수, 2015). 문제해결을 위한 과정에서 결과물을 만들어 내는 활동은 학생들의 아이디어를 구체화하고 지속적으로 수정할 수 있도록 가시화하는 효과가 있으며(Roth, 1996) 학생들의 성취감과 흥미를 고취시키는 중요한 요소로 작용한다(박현주 외, 2014). 이에 본 연구에서는 창의적 산출물은 제품으로 한정하였다.



## II. 선행 문헌 고찰

### 1. STEAM 교육의 특징 및 교수설계

본 장에서는 STEAM 교육이 기존의 교육과 차별화 되는 특징을 확인하고 이를 구현하기 위한 교수설계의 모형과 교수설계 실제에 대한 선행 연구를 분석하였다.

#### 가. STEAM 교육의 특징

##### (1) STEAM 교육의 배경

복잡한 사회 문제의 발생으로 창의적 문제해결력과 과학기술의 중요성이 강조되는 가운데 초·중등 학습자의 과학기술 관련 교과에 대한 태도, 흥미 고취의 필요성이 사회의 관심을 받고 있다. 교육과학기술부(2011a)에서는 높은 학업성적과 반비례하는 수학, 과학 교과의 태도와 흥미를 향상시키고 창의적 인재를 육성하기 위한 정부의 정책으로 STEAM 교육을 시행한다고 하였다. 과학, 기술, 공학, 예술 및 인문학, 수학의 영문 첫 글자를 조합한 STEAM은 국문으로는 융합인재교육으로 명명하고 있다.

초·중등 학습자의 수학, 과학 교과에 대한 낮은 흥미를 고취시키기 위한 대책으로서의 STEAM 교육은 ‘융합’이라는 단어에서 볼 수 있듯, 분과적 교육과정의 방법에서 탈피하는 방법을 취한다. STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 수학, 예술 등의 교과 지식과 방법들을 문제해결의 과정에서 통합적으로 학습하기를 기대한다.

이러한 과학기술 관련 교과에 대한 학습자의 흥미도 향상을 위한 교육적 노력은 STEAM 교육이 시행되기 이전에도 있었다. 과학, 기술, 사회 교과를 통합하여 사회에서 실제로 과학과 기술이 어떻게 적용되고 있는지, 실생활과 과학, 기술의 관련성을 강조한 STS(Science, Technology, Social studies) 교육부터 수학, 과학, 기술과의 통합적 접근인 MST(Mathematics, Science, Technology) 교육, MST 교육에 공학을

더한 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육이 있다.

과학기술을 중심으로 이루어졌던 각각의 통합교육의 특징을 살펴보면 다음과 같다. STS 교육은 과학을 중심으로 이루어진 과학교육의 방법이라고 할 수 있다(Yager & Tamir, 1993). 국내에서는 6차 교육과정에서 실생활과 밀접한 과학 기술에 대한 관심을 가지게 하여 학생들이 과학과 기술적 소양을 키우도록 STS 교육을 도입하였다(교육부, 1992). 학문중심교육과정에 대한 반작용으로 실생활의 소재를 중심으로 학습자의 과학기술에 대한 흥미와 호기심을 불러일으키고자 한 STS 교육은 과학교육에 약간의 효과는 있었으나 기술 교육에는 거의 영향을 미치지 못했다는 평가이다(Williams, 2011).

과학교육 중심의 STS 교육과 달리, MST 교육은 기술교육에서 연구가 주로 진행되었으며, 기술교과 중심의 통합으로 볼 수 있다(김진수, 2012). 미국 뉴욕 주에서는 수학의 분석, 과학의 탐구, 공학의 설계를 MST 통합교육의 표준으로 설정하고 실생활 문제해결 과정에서 수학, 과학, 기술 교과의 내용을 학습할 것을 제시하였다(강갑원, 2015).

MST 교육에 공학을 포함한 STEM 교육은 공학이 초·중등 교육과정에 없으나 공학을 전공하는 졸업생의 감소와 기술교육에서도 공학설계를 반영할 필요성이 있다는 점에서 비롯되었다(강갑원, 2015). 미국에서는 2030년에 S.T.E.M 관련 직업의 종류가 전체 고용시장의 70%에 해당할 것으로 바라보고, 관련 전공자 수를 이에 맞추는 것을 목표로 STEM 교육 정책을 세웠다(류청산, 2015). STEM 교육은 미국뿐만 아니라 영국, 핀란드, 캐나다 등의 국가에서도 수학, 과학에서의 학업성취도가 낮고 전공자의 유입 감소를 해결하기 위한 목적으로 도입되어 초·중등 학생들에게 적용되고 있다(김성원, 정영란, 우애자, 이현주, 2012; 김진수, 2012; 류청산, 2015; DeCoito, 2016).

미국 STEM 교육의 대표자로 인정받고 있는 Sanders(2009, 2011)는 STEM 교육을 기술과 공학의 설계를 중심으로 한 교육으로 정의하며, 기술과 공학 중 적어도 한 가지 분야를 포함하여 이루어지는 통합 교육을

통합적 STEM 교육(integrative STEM)이라고 하였다. 즉, STEM 교육은 기술과 공학 교육을 중심으로 한 통합적 노력이라고 볼 수 있다. 예컨대, 국제 기술과 공학 교육자 협회(International Technology and Engineering Educators Association)는 통합적 STEM 교육이 기술과 공학교육이라고 제시하였다(Wells, 2016). 또한 연구자들은 STEM 교육을 기술, 공학의 설계를 기반으로 한 교수전략으로 간주하고 있다(박범익, 박양숙, 2013; Roberts, 2013; Sanders, 2009).

STEM 교육은 예술을 의미하는 Art를 포함하여 STEAM 교육으로 확대되었다. 예술을 통합한 것은 학습자가 문제해결의 과정과 결과에서 창의적인 성과를 나타내기 위한 방법으로 예술교육이 중요한 역할을 할 것이라는 논리에 바탕을 두고 있다(이에스더, 2013; Bequette & Bequette, 2012; Daugherty, 2013; Ghanbari, 2015; Sousa & Pilecki, 2013; Wynn, & Harris, 2012). STEAM 교육은 미국의 여러 주에서 STEM 교육에 창의성, 예술과 감성을 더하는 목적으로 시도되었으며(Platz, 2007), 국내에서도 기술과 지식뿐만 아니라 감성과 창의성을 더해야 한다는 측면에서 STEAM 교육을 적용하고 있다(교육과학기술부, 2012).

한편, 창의성과 관련하여 추가된 Art의 학문분야는 일반적으로는 예술에 한정하여 논의되었으나, 인문학을 포함한 Arts로 확대 해석하여 학교에서 융합을 시도해야 한다는 주장이 제기되고 있다(노상우, 안동순, 2012; 목광수, 손정우, 배성문, 홍석영, 김용진, 2014). 인문 교과도 포함됨으로써 STEAM 교육은 전교과와 관련될 수 있다.

STS 교육부터 STEAM 교육까지 과학기술 중심의 통합적 접근의 교육 방식은 중심이 되는 교과가 다르고 통합의 대상이 되는 교과 영역이 확대되는 양상을 보이고 있다. 또, 교과 지식이 어떻게 실생활에 적용될 수 있는지 보여주거나 교과 지식을 적용하여 문제를 해결하는 활동을 통해 학습자의 과학기술에 대한 태도, 흥미가 높아질 수 있다는 관점을 견지한다. 즉, 수학, 과학에서의 낮은 학업성취도와 저조한 흥미도를 높이기 위한 방법을 학습자 중심, 통합적 교과 지식의 활용을 통한 실생활 문제 해결에서 찾고 있다.

STEAM 교육이 초·중등 교육에서 적용되고 있는 상황을 살펴보면, 관련 교과에서 일정 비율을 STEAM 교육으로 하거나 STEAM 교육을 위한 교과를 개설하는 형태로 이루어지고 있다. 창의적 인재양성의 목표를 가진 2009 개정교육과정에서는 STEAM 관련 교과의 전체 수업시수 가운데 10%를 STEAM 내용으로 제시할 것을 권장하고 있다(충청남도교육청, 2013). 2015 개정교육과정에서는 융합인재 육성을 위해 고등학교 융합교과를 개발하고 이를 정규교육과정에 편성하였다(교육과학기술부, 2014). STEAM 교육의 내용은 과학교육과 기술·가정 교육의 교과목표에 반영되었으며(한국과학창의재단, 2012), 교육과정의 목표에 부합하는 교육 방법으로 초·중등 교육에 적용되고 있다.

STEAM 교과가 별도로 존재하지 않기 때문에 교과별로 이루어지는 교육 현장에서 교과간 융합을 통한 STEAM 수업을 실행하기 위한 교육과정 편성의 방법으로 교육과학기술부(2011b)에서는 교과내, 교과 연계, 창체 활용형을 제안하였다. 특정 교과 시간에 타교과 요소를 연계하여 실행하거나(교과내 STEAM 수업), 주제를 중심으로 교육과정을 재구성하여 교과를 연계하거나(교과연계 STEAM 수업), 창의적 체험활동 시간이나 방과후에 별도의 프로그램을 적용하는 형태(창의적 체험활동 활용형 STEAM 수업)로 STEAM 수업을 할 수 있다.

한편, STEAM 교육에 대한 교사들의 인식을 조사한 연구들은 STEAM 교육이 어떻게 실천되고 있는지를 보여주고 있다. Brown, Brown, Reardon과 Merrill(2011)은 관리자와 교사들에게 STEM 교육에 대한 인식을 설문을 통해 조사한 결과, STEM 교육에 대한 이해가 부족하며, 이해하고 있다고 응답한 대상자들 간에도 교육 목적에 대한 비전이 달랐다고 보고하였다. 국내에서는 신영준, 한선관(2011)이 초등교사를 대상으로 설문한 결과, 교사들은 STEAM 교육의 실행을 어려워하고 있으며 학교에서 STEAM 교육이 제대로 이루어지기 어렵다고 인식하고 있었다. 또, 창의적 설계를 가장 중점적으로 가르쳐야 할 내용으로 이해하며 STEAM 교육을 STS 교육이나 제품을 분해하며 역으로 공학 관련 내용을 가르치는 REP(Reverse Engineering from Product)로 가르친다고 하였다. 임수민

외(2014)는 초등교사들이 STEAM 교육의 목적과 중요성은 알고 있으나 현장 적용에는 적극적이지 않다고 하였으며 STEAM 관련 교재를 잘 사용하지 않으나 프로그램 개발에 대한 요구는 높다고 하였다. 또, STEAM 수업을 통해 교과 지식을 학습하는 것이 효과적이지 않다고 인식하고 있으며 수업 효과성에 대해서도 긍정적인 반응을 보이지 않았다고 하였다.

STEAM 수업을 실행한 경험이 있는 교사들의 인식과 반응도 비슷하게 나타났다. 한혜숙과 이화정(2012)은 STEAM 수업 경험이 있는 초·중등 교사 152명에게 설문한 결과, 교사들의 일부는 발명교육과 혼동하고 있다고 하였다. STEAM 교육의 실행 시 어려운 점으로 자료 준비 시간이 가장 높은 비율을 차지하였으며 STEAM 교육의 정착을 위해서는 프로그램의 개발 및 보급이 필요하다고 하였다. 수업 준비에 대한 부담은 향후 STEAM 수업을 지속적으로 실시할 의향에 대해 부정적으로 답을 하게 한 것으로 나타났다. STEAM 교육 심화연수 희망자와 수료자를 대상으로 설문한 김영민, 이영주, 김기수(2016)의 연구에서도 수업 준비에 대한 부담은 동일하게 나타났다. 이들의 설문 결과를 보면, 교사들은 연간 10시간 이내로 STEAM 수업을 실시하고 있으며 학교에서 STEAM 교육이 잘 이루어지지 않다고 하였다. 교사들은 여전히 프로그램 개발 및 보급, 연수가 필요하다고 응답했으며 컨설팅을 통해 수업 방법 및 적용에 대한 내용을 알고 싶다고 하였다. STEAM 수업을 위해서는 교사들이 교육과정 재구조화 및 재구성 지식, 수업과정 설계 및 구성 지식에 대한 역량을 강화해야 한다고 인식하고 있다고 보고하였다. 이러한 연구 결과를 통해 교사들이 STEAM 교육의 중요성과 필요성은 이해하고 있으나 현장에서 실행은 잘 되고 있지 않으며, 수업 실천을 위해서는 프로그램 제공과 연수, 컨설팅을 통한 역량 개발의 필요를 느끼고 있음을 확인할 수 있다.

교육과정이 교과별로 구분되어 있는 초·중등 교육환경에서 통합교육인 STEAM 교육의 실행은 학교교육과정 수준에서 계획되고 있으며 교육 실천은 교사의 역량에 의존하고 있다. 교과서의 내용과 활동을 중심으로 교수설계가 이루어지는 것이 일반적인 초등교육 환경(임유나, 2012)에서 가르쳐야 할 교과서 없이 내용과 활동을 구성해야 하는 현재의 STEAM 교

육은 교사들의 수업 준비에 대한 부담을 덜기 위한 지원이 필요하다(신영준, 한선관, 2011).

교사들의 STEAM 수업을 지원하기 위해 한국과학창의재단에서는 선도 학교라 할 수 있는 STEAM 리더스쿨과 교사연구회를 2011년부터 운영하고 있다. 2011년에 리더스쿨 16개 학교, 교사연구회 47개로 시작하여 2012년에는 리더스쿨 80개, 교사연구회 150개로 확대하였으며(교육과학기술부, 2011b), 2013년에는 88개의 학교와 180개의 교사연구회를 운영하였다(한국과학창의재단, 2014). 운영 결과로 나오는 프로그램과 보고서 등은 한국과학창의재단의 STEAM 사이트(<http://www.steam.kofac.re.kr>)에 탑재하여 교사들이 활용할 수 있도록 하고 있다. 또한, 매해 리더스쿨과 교사연구회의 연구실적을 보고회 형식으로 발표하여 STEAM 수업의 효과성과 프로그램 내용을 알리기 위한 노력을 하고 있다. 이처럼 프로그램을 개발하여 제공하는 것을 교사들이 요구하고 있고 많은 프로그램들이 개발되었으나 현장에서의 활용도는 높게 나타나고 있지 않다.

프로그램을 많이 개발해서 교사들에게 활용할 수 있도록 자료를 제시해 주는 것이 교사들의 수업실천을 이끌 수 있는 충분한 방법이 아니라고 할 수 있으나, STEAM 교육의 연구는 프로그램 개발과 관련된 것들이 주를 이루고 있다(곽혜정, 류희수, 2016; 김민정, 조형숙, 김대욱, 2014; 김방희, 김진수, 2014). STEAM 교육의 확산을 위해서는 이러한 단기적 프로그램 개발 보다는 수업 실행을 위한 구체적이고 체계적인 안내가 필요하다(강영숙, 구은정, 2016).

STEAM 교육의 시행 배경과 수업 실천에 대한 선행연구를 통해 교사들이 STEAM 교육의 필요성에 긍정적이나 실제로 수업 실행은 미비하게 이루어지고 있으며 프로그램 제공을 통한 STEAM 교육의 확산은 기대한 효과를 보지 못하고 있어 교사들의 수업 실천을 지원할 수 있는 방안이 필요함을 확인할 수 있다.

## (2) STEAM 교육과 융합인재교육

과학기술 소양을 갖춘 인재 양성을 위해 교육과학기술부에서는 2011년

에 융합인재교육(STEAM) 활성화 방안을 발표하였다. 교육과학기술부에서는 융합인재교육과 STEAM 교육을 같은 것으로 설명하며 융합인재의 예로 르네상스 시대의 레오나르도 다빈치와 미국 애플사의 스티브 잡스를 예로 들었다. 이에 대해 이경진과 김경자(2012)는 전문화된 지식이 심화된 현대 사회에는 다방면에서 전문성을 갖춘 레오나르도 다빈치와 같은 인재가 나오기 어렵다고 하며 국내 융합인재교육에서 추구하는 인재상의 특성을 제시해야 한다고 하였다.

STEAM 교육에서 추구하는 융합인재의 특성은 융합의 의미를 통해 확인해 볼 수 있다. 통섭을 국내에 소개한 최재천(2010)에 따르면, 융합은 각각의 구역을 넘나들 수 있는 가능성이라고 하였다. 박창균(2010)은 여러 학문이나 인간의 지적 활동이 결합하여 이전과 다른 새로운 종류의 지적 결과물을 만드는 활동으로 융합을 정의하였고 정정호(2013)는 ‘두 가지 이상의 다른 개체나 영역이 섞여 새로운 가치를 갖는 것’이라고 하였다. 선행 연구들에서 정의한 융합을 종합하고 정리한 성은모, 오현석, 김윤영(2013)은 ‘융합은 기존의 서로 다른 두 개 이상의 학문적 지식과 기술이 물리적, 화학적으로 결합하여 새롭고 독특한 가치를 창출하는 현상’이라고 하였다. 이상의 정의를 보면, 구분되어진 서로 다른 것들을 활용하여 가치 있는 새로운 것을 만들어 내는 것으로 융합의 특징을 정리할 수 있을 것이다.

이러한 융합의 의미는 학문영역에서 통합, 통섭 등의 용어와 혼용되고 있다(노상우, 안동순, 2012; 목광수, 손정우, 배성문 외, 2014; 정정호, 2013). 목광수 외(2014)는 세 용어를 구분하여, 통합(integration)은 이질적인 단위들을 한데 묶는 물리적 결합으로, 융합은 ‘convergence of fusion’으로 번역하여 하나 이상의 것을 녹여 합치는 화학적 결합이라고 하였으며, 통섭(consilience)은 녹아 합쳐진 것에서 새로운 것이 만들어지는 개념으로 설명하였다. 통합, 통섭, 융합 모두 서로 다른 것들을 한데 모은다는 의미를 갖고 있으나 그 정도에 차이가 있음을 다른 용어로 설명하고자 한 것으로 이해할 수 있을 것이다. 이들의 주장에 따르면 앞서 연구자들이 논의한 융합의 특징이 통섭의 의미와 관련 있음을 확인할 수 있다.

융합과 관련된 용어들이 지속적으로 논의되는 이유로 유명만(2015)은 세상의 복잡한 문제를 설명할 수 있는 하나의 학문이 존재하지 않음을 보여주는 현상이라고 하였다. 분절화 되고 전문화된 지식들의 반작용으로 이를 종합하여 세상의 문제를 해결하고자 하는 노력의 일환이라는 것이다.

한편, 융합의 논의가 여러 유사 용어와 혼재되어 이루어지고 있는 것과 함께 융합인재의 의미도 다양하게 제시되고 있다(<표 II-1> 참고).

<표 II-1> 융합인재의 정의

융합인재의 정의	출처
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학제적 융합연구를 수행할 기본적 지식을 갖추고 타 분야에 개방적인 자세를 갖고 있는 창의성 있는 다학문적 전공의 연구자</li> </ul>	이성종, 황은희, 남기은, 최철원(2009)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의적 융합인재는 두 가지 이상의 분야에 대한 전문지식을 체화하거나 활용 또는 참여하여 창의적 성과를 창출하는 인재</li> </ul>	김왕동(2012)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다른 분야와 소통할 수 있는 전문성을 갖춘 사람. 융합적 지식을 활용, 생산, 분배할 줄 아는 사람.</li> </ul>	노상우, 안동순(2012)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다른 학문 분야의 전문가와 소통하며 새로운 문제를 해결할 수 있는 사고의 유연성과 개방성을 갖춘 인재</li> </ul>	홍성욱 외(2012)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기초적인 전공지식과 융합적 사고를 지닌 인재</li> </ul>	김혜영(2013)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자신만의 전문분야를 갖추고 타인의 지식에 자신의 아이디어를 더할 수 있는 독창적인 아이디어를 고안할 수 있고 아이디어와 지식을 융합시켜 새로운 가치를 창출할 수 있는 사람</li> </ul>	박범익, 박양숙(2013)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 두 개 이상의 학문 분야를 넘나드는 융합을 통해 새롭고 독특한 가치를 창출하여 학문, 사회, 경제, 문화 발전 전반에 확산시킬 수 있는 사람</li> </ul>	성은모, 오헌석, 김윤영(2013)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 르네상스인이란기 보다는 개별 영역 사이의 협업을 할 수 있는 기본 소양을 갖춘 지식인. 창의성에 기반하여 새로운 결과를 만들어 내는 것</li> </ul>	목광수 외(2014)

융합인재를 정의한 내용을 살펴보면, 융합인재는 창의적 결과를 만들어내는 사람으로 전문 분야의 지식과 협업할 수 있는 태도를 갖춘 인재로



볼 수 있다. 전문지식과 협력의 형태에 따라 김왕동(2012)은 융합인재의 유형을 세 가지로 구분하였다([그림 II-1] 참고).

		<u>융합의 주체</u>	
		본인	타인
융합의 형태	다수	<b>체화형 융합인재</b> (A형: 레오나르도 다빈치 형) (B형: 아인슈타인 형) *Skill 체화	
	단일	<b>활용형 융합인재</b> (보여 형) *Knowledge 활용	<b>참여형 융합인재</b> (MIT 미디어랩 형) *집단 참여

[그림 II-1] 융합인재유형(김왕동, 2012)

개인이 여러 분야에서 전문성을 갖추고 있으면 체화형 융합인재, 한 가지 분야에서 전문성을 갖고 다른 분야의 지식을 활용할 수 있으면 활용형 융합인재라고 하였다. 한 가지 분야에서 전문성을 가진 개인들이 모여 함께 문제를 해결하는 것에 대해서는 참여형 융합인재로 분류하였다. 여러 가지 유형으로 융합인재를 구분할 수 있으나 현대 사회에서 기르고자 하는 융합인재는 한 가지 분야에서 전문성을 갖추고 타영역의 전문가와 협업할 수 있는 활용형 전문가와 여러 사람이 협업을 통해 새로운 것을 창조해 내는 참여형 융합인재가 적합하다고도 하였다.

이상의 융합과 융합인재에 대한 논의를 살펴보면, 기초, 기본교육을 지향하는 초·중등교육에서는 전문성에 기초한 융합인재의 정의를 그대로 적용하기 어려움을 확인할 수 있다. 융합인재교육으로 STEAM 교육을 명명한 교육과학기술부와 STEAM 교육 연구를 수행한 연구자들이 정의한 융합인재교육의 의미를 통해 융합, 융합인재와 초·중등 교육에서 실현하고자

하는 융합인재교육의 지향점을 찾을 수 있을 것이다(<표 II -2> 참고).

<표 II -2> 융합인재교육에 대한 정의

융합인재교육 정의	출처
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM literacy)와 문제해결력을 배양하는 교육</li> </ul>	교육과학기술부(2011a)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학기술공학적 소양 함양을 목표로 하는 교육. 과학기술과 관련된 융합적 지식, 윤리 의식, 소양을 갖추며 원활한 소통을 토대로 적극적으로 타인을 이해하고 배려할 줄 아는 인성을 함양하는 교육</li> </ul>	김진수(2012)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의적 설계와 감성적 체험을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육</li> </ul>	백윤수, 박현주 외(2011)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 가지 사물이나 현상을 다양한 관점과 통합적 지식을 통해 바라보고 사물과 현상들 간의 관련성을 발견하고 관계성을 찾도록 하고 이를 통해 통찰력을 기르는 교육</li> </ul>	박범익, 박양숙(2013)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합인재양성을 위한 통합 과학교육의 한 가지 방법. 학생들이 어렵다고 생각하는 과학, 수학 과목을 공학, 기술, 예술 등과 접목시켜 학습함으로써 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합 사고와 문제해결력을 배양하는 것을 목표로 하는 교육</li> </ul>	목광수, 외(2014)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합교육은 여러 교과들이 함께 하는 프로젝트 수업으로 진행되는 것으로 유사한 내용을 가르쳐야 하는 교과를 통합하여 한 번에 가르치거나 사실적 정보나 지식보다는 핵심 개념이나 원리를 중심으로 교육하는 방법</li> </ul>	오찬숙(2015)

이상의 융합인재교육에 대한 정의는 융합인재의 특징 가운데 전문성에 대한 언급은 제외되고 문제를 다각적으로 바라보고 해결하는 융합적 사고와 소양을 강조하고 있다. 또, 오찬숙(2015)과 목광수 외(2014)는 융합인재교육을 통합교육으로 정의하고 있음을 볼 수 있다.

이러한 융합과 융합인재, 융합인재교육의 의미를 살펴본 결과, 초·중등 교육에서 융합인재교육은 전문지식의 습득이 아닌 과학기술에 대한 이해

와 흥미를 높이기 위해 여러 교과와 개념과 지식을 활용하여 문제를 창의적으로 해결하며 협력적으로 활동하는 과정에서 의사소통 능력과 배려의 태도를 갖추도록 교육하는 것을 지향한다(백운수 외, 2012). 또한, 학문적으로 융합과 통합을 구분하여 논의하기도 하나 초·중등 교육과정에서 융합 인재교육은 통합교육과 같은 맥락으로 적용되고 있다(김태형, 2015).

### (3) STEAM 교육의 구성요소와 역량

STEAM 교육이 다른 교육과 차별화되는 특징으로 백운수 외(2012)는 내용 융·통합(convergence), 창의적 설계(creative design), 감성적 체험(emotional touch)의 세 가지를 강조하고 이를 통해 ‘내용 통합(Convergence), 창의성(Creativity), 의사소통(Communication), 배려(Care)’의 역량을 기르는 4C-STEAM을 제안하였다.

STEAM 교육의 구성요소에 대한 설명은 다음과 같다. 감성적 체험은 정의적 영역의 관점이 아닌 학습자가 체험하는(hands-on) 과정에서 감동(heart-on)을 경험할 수 있도록 교수자가 학습경험을 제공해야 함을 의미하는 것이라고 하였다. 감성적 체험을 통해 학생들이 학습과제를 자신의 관심사로 받아들이고 학습에 흥미를 느껴 몰입할 수 있도록 교수자가 실질적인 학습 환경을 만들어 주어야 한다는 것이다. 감성적 체험은 학습동기와 관련된 것으로 자기 목적성을 갖고 관심을 갖고 있는 것에 고도의 집중력을 발휘하는 몰입의 경험, 학습자의 흥미에 기초하여 내재적으로 만족감을 느끼는 내적 보상, 수행 목적(performance goal)이 아닌 학습목적(learning goal)으로 동기화되어 성공과 실패의 경험에서 모두 긍정적 선순환을 경험하도록 학습 분위기를 조성해야 함을 의미한다고 하였다.

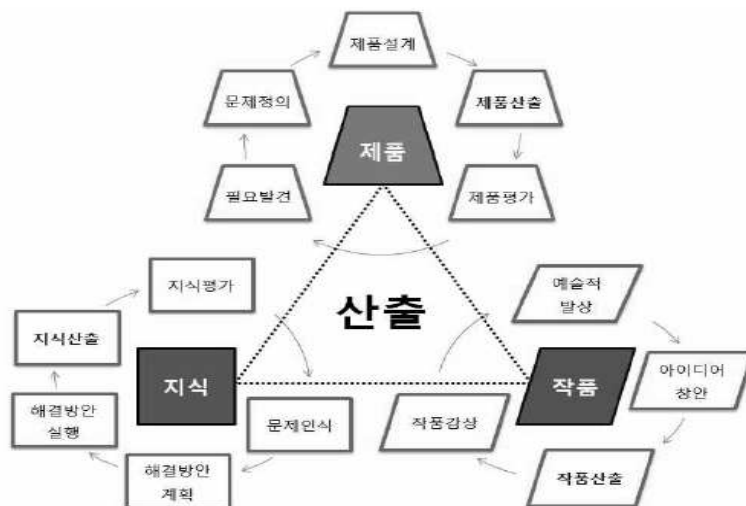
창의적 설계는 ‘지식, 제품, 작품 등과 같은 산출물을 구성하기 위하여 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정을 의미하며, 인간의 가치 추구를 위한 문제해결 또는 기술적 설계활동이라는 공학의 개념이 포함 된다’라고 설명하였다. 창의적 설계는 ‘어떻게’에 대한 답을 찾는 공학의 설계기반 학습으로, 산출물을 만들어내는 문제해결 활동이다. 학생들은 이미 밝혀진

과학 지식을 바탕으로 스스로 생각한 아이디어를 반영하여 문제를 해결하는 경험을 하게 된다. 산출물은 지식, 제품, 작품으로 구분될 수 있으며 각각의 산출물 유형에 따라 창의적 설계 과정 요소를 구분하여 제시하였다(<표 II-3>참고).

<표 II-3> 창의적 설계 과정과 하위과정 요소(백운수 외, 2012, p.53)

창의적 설계 과정	하위과정 요소
지식산출 과정	문제인식-해결방안 계획-해결방안 실행-지식산출-지식평가
제품산출 과정	필요발견-문제정의-제품설계-제품산출-제품평가
작품산출 과정	예술적 발상-아이디어 창안-작품산출-작품감상

이 요소들은 상보적인 관계로 각각을 분리하기보다 융합할 수 있는 과정이다([그림 II-2] 참고)

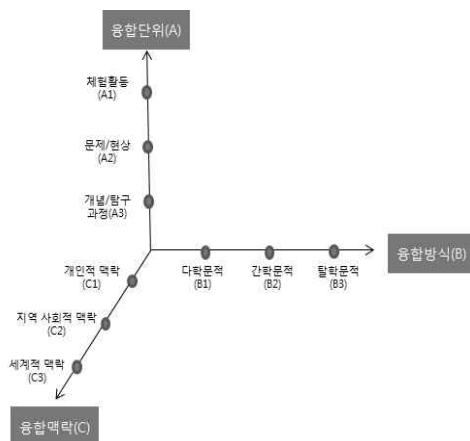


[그림 II-2] 설계의 산출 융합 과정(백운수 외, 2012, p.59)

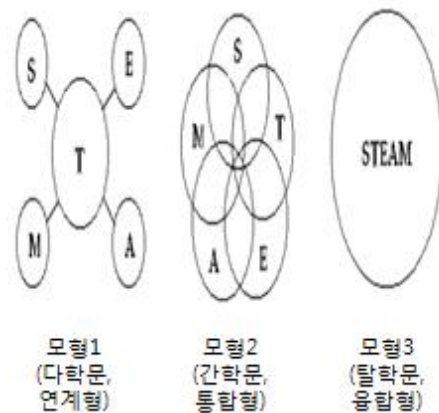
내용 융·통합은 교과간 통합에 대한 것으로, STEAM 교육에서의 차별

화된 특징이기 보다 통합교육의 방법에 근거하고 있다. 통합의 방법은 Drake(1993)의 다학문적, 간학문적, 탈학문적 통합을 적용할 수 있다. 다학문적 통합은 하나의 주제를 가지고 여러 교과를 통합하는 것이며, 간학문적 통합은 여러 학문에서 공통적인 내용에 초점을 두고 연계하는 방식이다. 탈학문적 통합은 간학문적 기능과 학문 분야별 기능을 실생활 맥락에 적용하는 접근 방법이다. 초·중등학교 맥락에서는 간학문적 통합이 통합교과의 특성과 장점을 보다 잘 드러낼 수 있으며, 현실적이고 효과적이라고 인정 받고 있다(박현주 외, 2012; 백운수 외, 2012; 이경진, 김경자, 2012; Ingram, 1979; Yakman, 2011).

STEAM 교육에서 통합의 방법은 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합의 유형이 주로 제시되고 있다. 예컨대, 김성원, 정영란, 우애자, 이현주(2012)의 융합을 위한 이론적 모형과 김진수(2011a)의 STEAM 통합모형도 다학문적, 간학문적, 탈학문적 통합에 기초하여 연계형, 통합형, 융합형으로 구분하였다([그림 II-3], [그림 II-4] 참고).



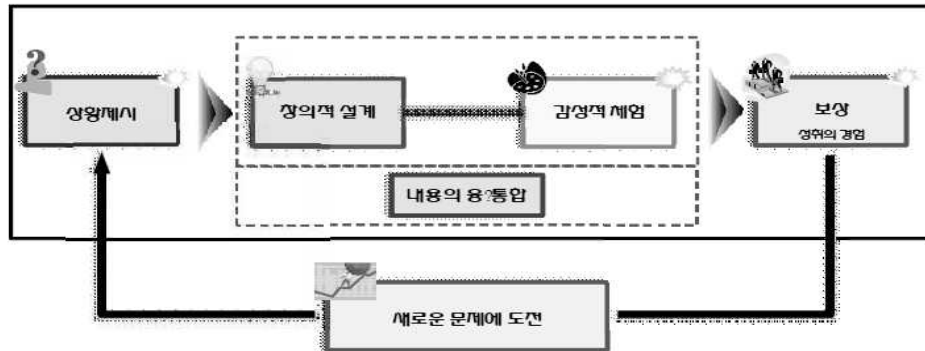
[그림 II-4] 융합의 요소  
(김성원 외, 2012)



[그림 II-4] STEAM 교육을 위한  
통합 모형(김진수, 2011a)

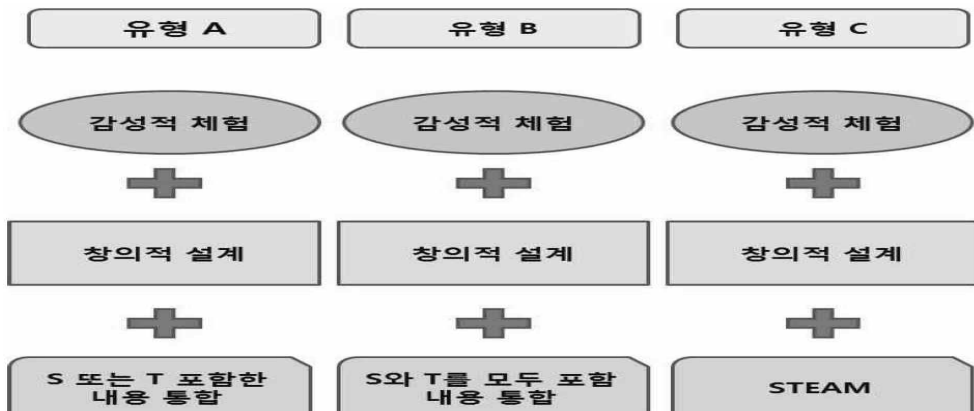
이러한 감성적 체험, 창의적 설계, 내용 융·통합의 STEAM 구성요소가

수업에서 구현되는 모습으로 백운수 외(2012)는 상황제시로 시작하여 내용 융·통합이 적용된 창의적 설계 활동을 통해 감성적 체험을 하고 성공의 경험이 다른 문제에 도전하는 선순환의 과정으로 설명하였다([그림 II-5] 참고).



[그림 II-5] STEAM 교육 수업구성 원리(백운수 외, 2012, p.68)

또 이들은 STEAM 수업의 유형을 교과 통합 유형에 따라 구분하였다 ([그림 II-6] 참고).



[그림 II-6] STEAM 수업 유형(백운수 외, 2012)

STEAM 수업은 감성적 체험과 창의적 설계를 중심으로 이루어지며 수

업의 유형은 교과 통합의 대상에 따라 구분되어 STEAM 교육에서 창의적 설계와 감성적 체험이 핵심임을 보여주고 있다. 또한 통합의 대상 교과의 유형으로 과학이나 기술, 과학과 기술, 전체 교과를 통합했느냐를 중심으로 나누어 STEAM 교육이 과학기술 소양을 위한 교육임을 나타내었다. 이는 STEAM 프로그램 개발의 방향으로 STEAM 교과 중 2개 이상의 교과 혹은 요소나 과학의 내용을 포함할 것을 안내하는 한국과학창의재단의 가이드라인과도 일치한다(장영록, 2015, 태진미, 2016 재인용).

한편, STEAM 교육의 현장 적용을 주도하는 한국과학창의재단에서는 백윤수 외(2012)의 연구에 근거하여 STEAM 교육 프로그램 개발을 위한 기준으로 ‘상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험’을 학습준거로 제시하였다(<표 II-4> 참고). 한국과학창의재단의 학습준거는 리더스쿨과 교사연구회의 개발 프로그램에서 수업 모형으로 적용되고 있으며 프로그램 분석의 기준으로도 활용되고 있다(김지숙, 2013; 김진수, 2012; 박현주 외, 2014; 한혜숙, 이화정, 2012).

<표 II-4> STEAM 교육의 학습 준거(조향숙 외, 2012)

학습 준거	내용 및 특징
상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상황 제시, 자연스러운 융합</li> <li>-실생활 문제를 자신의 문제로 인식할 수 있도록 동기 부여하는 장치</li> </ul>
창의적 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생 중심, 아이디어 발현, 자기 문제화, 학습 방법, 과정, 활동 중심, 다양한 산출물, 협력 학습</li> <li>-제약 조건하에 실생활의 문제를 정의하고 최선의 해결책을 만들어 가는 과정</li> <li>-문제 정의 능력과 문제해결능력 증진이 목적</li> <li>-과학보다는 공학적인 문제해결 방식</li> <li>-주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾는 종합적인 과정</li> </ul>
감성적 체험	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 체험활동, 성공의 경험, 새로운 도전 요소, 자기 평가</li> <li>-학습의 흥미와 동기 부여를 위한 요소</li> </ul>

STEAM 수업을 통해 기르고자 하는 역량으로 백운수 외(2012)는 창의성, 의사소통, 배려, 내용융합을 제시하였다(<표 II -5> 참고). 창의 역량은 문제해결능력을 포함하며 문제해결 과정에서 요구되는 능력과 관련이 있다. 소통은 자신의 생각과 의도를 적절하게 표현하며 타인과 교류할 수 있는 능력으로 타분야, 다른 사람에 대한 이해를 바탕으로 협력할 수 있는 태도도 포함된다. 내용융합의 역량은 여러 분야의 지식을 이해하고 지식간의 관련성, 새로운 관점에서 융합 지식의 창출과 활용 등을 할 수 있는 능력이다. 배려의 역량은 자신에 대한 이해를 바탕으로 타인, 사회, 국가, 인류에 대한 인식과 존중의 자세를 갖는 것으로 교감이나 공감을 필요로 한다.

<표 II -5> 융합인재의 핵심 역량 및 요소(백운수 외, 2012, p.22 재구성)

핵심 역량	관련 요소
창의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의력</li> <li>• 문제해결력</li> <li>• 문제확인능력</li> <li>• 정보수집 · 분석능력</li> <li>• 의사결정능력</li> <li>• 평가능력</li> </ul>
소통	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 언어적 · 시청각적 소통</li> <li>• 학문적 능력</li> <li>• 글로벌 소통능력</li> <li>• 소통하는 태도</li> <li>• 협력하는 태도</li> </ul>
내용융합	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 지식의 이해</li> <li>• 다양한 지식간의 연결성 및 연관성에 대한 이해</li> <li>• 새로운 가치적 관점의 융합 지식의 창출</li> <li>• 융합 지식의 활용</li> </ul>
배려	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기애, 자신감, 자아정체감, 자아효능감</li> <li>• 타인 배려, 존중</li> <li>• 다문화 이해</li> <li>• 감성</li> </ul>



#### (4) STEAM 교육의 효과

상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험을 중심으로 한 STEAM 교육의 효과는 인지적, 정의적 측면에서 다양하게 나타나고 있다.

먼저, 학생과 교사의 STEAM 수업 만족도는 긍정적인 것으로 보고되고 있다. 박현주, 백운수, 심재호 외(2014)는 STEAM 수업을 경험한 학생들의 82%가 수업이 재미있다는 반응을 보였다고 하였다. 학생들은 STEAM 수업을 다른 교과 수업과 차별화되는 것으로 만들기와 체험 중심의 활동이라고 이해하고 있으며 이는 STEAM 수업이 재미있는 이유로 가장 많은 학생들이 선택한 것과 동일하였다고 하였다. 교사들도 STEAM 수업이 학생 중심의 활동으로 이루어지며 학습자의 흥미와 즐거움을 높인다는 점에서 수업에 대한 만족감을 느끼고 있다고 하였다. 학생들의 수업에 대한 높은 만족도는 교사들의 만족도에 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있다.

과학, 기술, 공학, 수학의 통합 방법으로 기술, 공학적 설계 활동을 적용한 연구들은 공통적으로 설계 활동이 학습자의 과학적 개념과 학습 흥미에 효과적이었다고 보고하고 있다. Sanders et al.(2011)은 공학, 기술의 학문적 성격이 과학과 수학의 개념과 원리를 적용했기 때문에 설계기반의 통합이 타당하다고 하였다. 수학과 과학의 개념과 원리를 의도적으로 적용시키는 통합적 맥락을 설계활동이 제공하고 있다는 것이다(박범익, 박양숙, 2013). Becker와 Park(2011)은 과학, 기술, 공학, 수학의 교과 통합에 대한 연구를 메타 분석한 결과, 이들 교과간의 통합학습이 초등 수준에서 가장 높은 효과를 나타냈으며 학생들의 교과 흥미와 학업 성취에도 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석됐다고 하였다.

이외에도 STEAM 또는 STEM 교육은 다양한 변인에서 효과가 있는 것으로 나타나고 있다. 예컨대, 교과의 흥미와 태도(예: 강경희, 2013; 이시예, 이형철, 2013), 진로 인식(예: 권혁수, 박경숙, 2009; 유규선, 전오성, 2011), 고차적 사고능력(예: 김석희, 유현창, 2014; 배선아, 2011; Cantrell, Pekcan, Itani, & Velasquez-Bryant, 2006), 인성(예: 권순범, 남동수, 이태욱, 2012), 학업성취도(예: 김문경, 최선영, 2013; 배진호, 윤봉희, 김진수, 2013), 논리적 사고력(예: 김태훈, 양영훈, 김종훈, 2013),

자기주도능력(예: 김홍정, 홍옥수, 조향숙, 임성민, 2013), 융합인재소양(예: 이동원, 최유현, 박수진, 정정숙, 2013), 창의적 태도(예: 이명숙 외, 2013), 자기효능감(예: 성의석, 나승일, 2012; DiFrancesca, Lee, & McIntyre, 2014)등 인지적, 정의적 요소를 포함하고 있다.

한편, STEM 교육의 효과에 대해 효과가 미비함을 보고한 연구들도 있다. Wendell과 Rogers(2013)는 초등학생에게 설계를 기반으로 과학교육을 한 결과 과학에 대한 태도 변화가 크게 나타나지 않았다고 하였다. Venville et al.(2002)은 통합적 접근을 통한 효과가 잘 설명되지 않았으며 학생들이 각 교과 개념을 이해했는지에 대해서도 알 수 없다고 하였다. Childress(1996)는 기술, 과학, 수학의 통합적 수업이 학습자의 기술적 문제해결을 향상시키는가에 대해서 기존의 연구들을 분석한 결과 그렇지 않다는 결론을 제시하였다. 이춘식(2012)은 STEM 교육을 하는 교사들이 시간, 자신감, 지식, 자질 등의 부족으로 STEM 교육을 위한 수업을 효과적으로 하지 못하고 있다고 하였다. 기술, 공학적 설계 기반의 통합적 교육에서 나타나는 문제의 여러 가지 원인들 가운데 하나로, 교사들이 설계 과정에 대한 이해가 미비한 상태에서 선형적으로 가르치고 무맥락적으로 접근한다는 Sidawi(2009)의 주장을 고려할 수 있다. 설계의 특징에 대한 교사들의 이해 부족은 교사 개개인이 갖고 있는 상식적 수준의 설계를 적용하여 수업할 소지를 높인다.

STEAM 교육을 위한 프로그램이 개발되고 이의 효과가 보고되고 있는 가운데 교수실천의 과정에서 교사의 설계기반 교육에 대한 이해가 교육의 효과에 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있다.

#### (5) STEAM 교육과 메이커 교육

공학을 효과적으로 초·중등 교육에서 활용하기 위해서는 학생들이 설계를 쉽게 할 수 있도록 돕는 도구의 개발이 필요하다(Portsmore & Rogers, 2004). 공학적 설계와 설계의 실천과 관련하여 STEM 교육과 STEAM 교육에서 메이커 운동을 적용하기 위한 관심이 높아지고 있다(Bullock & Sator, 2015; Martin, 2015). 만들기는 인류의 역사와 함께

이어져 온 활동이나 제조기술의 발달을 기반으로 메이커 잡지와 메이커 페어를 통해 메이커 운동이 확산되었으며 STEM 교육의 중요성과 함께 부각되고 있다(Bullock & Sator, 2015).

미국에서는 S.T.E.M 분야에 대한 학생들의 소양을 기르고 궁극적으로 소비자가 아닌 생산자인 메이커(Maker)를 양성시키려는 목적으로 메이커 운동을 STEM 교육과 연계하고 있다(Martin & Dixon, 2013). 만들기는 기본적으로 도구를 필요로 하며 현대의 메이커 운동의 확산에는 3D 프린터, 레이저 커터 등 디지털 제작 도구의 발달이 핵심적인 요소로 작용하고 있다(Bullock & Sator, 2015; Martin, 2015).

이러한 제조기술을 활용하여 자신의 아이디어를 실현할 수 있게 하는 공간으로서 메이커 스페이스가 중심이 되어 메이커 교육이 이루어지고 있으며 국내에서도 디지털 제작 도구를 활용할 수 있는 메이커 스페이스를 한국과학창의재단에서는 ‘무한상상실’의 이름으로 2017년 기준 177개 운영하고 있다(장운금, 2017). 현재는 학교 교육과정 내에서 보다는 도서관, 과학관을 중심으로 비형식 교육의 형태로 활용되고 있으며 주로 대학생들과 창업을 목적으로 하는 성인들이 활용하고 있으나 초·중등 교육에 도입될 필요성이 제기되고 있다(이승철, 전용주, 김태영, 2017). 과학교육에서도 창의적 문제 해결자의 양성을 위한 목적으로 통합적 과학교육을 위해 무한상상실의 활용에 대한 관심을 가지고 있다(변문경, 조문흠, 2016).

메이커 운동을 STEAM 교육 맥락에 도입하려는 것은 만들기 과정에서 S.T.E.A.M 관련 지식들과 디지털 기술이 활용되며 학생들의 창의적 사고와 융합적 사고, 디지털 활용 기능을 발달시키기에 효과적이기 때문이다(Martin & Dixon, 2013). 특히 만들기는 문제 정의와 해결안 설계와 같은 공학적 설계 활동이 포함되며 아이디어의 실현과 수정을 통한 순환적 설계 활동, 학습자 중심, 탐구 중심의 학습을 돕는다(Blikstein, 2013; Martin, 2015; Vossoughi & Bevan, 2014). 또, 학생들에게 만들기는 즐거움의 대상이 되는 동시에 단순한 유희에 그치지 않고 학습을 촉진한다는 점도 매력적으로 작용하고 있다(Martin, 2015). 만들기를 통한 학습은 산출물이 결과로 나온다는 점에서 유희에 그치는 놀이와 차이가 있으나

결과물이 경제적인 유용성을 가지지 않아도 되며 과정을 통해 만족감을 얻는다는 점에서 놀이와 유사하기 때문이다(박주용, 2016). 이러한 만들기의 교육적 효과는 경험 학습 이론에 근거하며 학습자가 스스로 만드는 과정에서 학습이 이루어짐을 전제한다. 메이커 스페이스에 참여한 사람들은 만들기를 통해 문제인식, 기술 습득, 지식공유를 경험하였다(Sheridan, Halverson, Litts, Brahms, & Jacobs-Priebe, 2014).

그러나 국내에서 만들기를 통해 교육적 효과를 얻기 위해서는 몇 가지 조건이 필요한 것으로 나타나고 있다. 무한상상실의 운영은 학생들이 제작 도구를 사용할 수 있도록 안내하는 정도에 그치고 있어 향후 STEAM 교육과 연계하여 창의적 만들기가 이루어지기 위해서는 문제 발견과 창의력 강화, 과학지식의 활용을 위한 지원 방안의 마련이 필요하다(변문경, 조문흙, 2016). 또 메이커 교육은 기본적으로 제조기술을 사용할 수 있는 능력의 습득이 필요하나 중요한 것은 도구를 사용할 수 있는 능력보다는 학생들의 설계 능력이라는 점에서(Michael, 2001) STEAM 교육의 창의적 설계의 설계 순환을 지원하는 연장선에서 학교 현장에 디지털 제작 공간을 마련하고 메이커 교육을 도입할 필요가 있다(Blikstein, 2013). 즉, STEAM 교육의 효과성과 효율성의 측면에서 메이커 교육을 STEAM 교육과 연계하기 위한 체계적인 방안이 필요하다.

#### 나. STEAM 교육을 위한 교수설계

STEAM 교육의 교수설계를 위한 시사점을 얻기 위해 STEM, STEAM 교육 교수설계 모형과 현장에서의 STEM, STEAM 교육의 교수실제에 대한 연구를 분석하였다.

##### (1) STEAM 교육의 교수설계를 위한 원리 및 모형

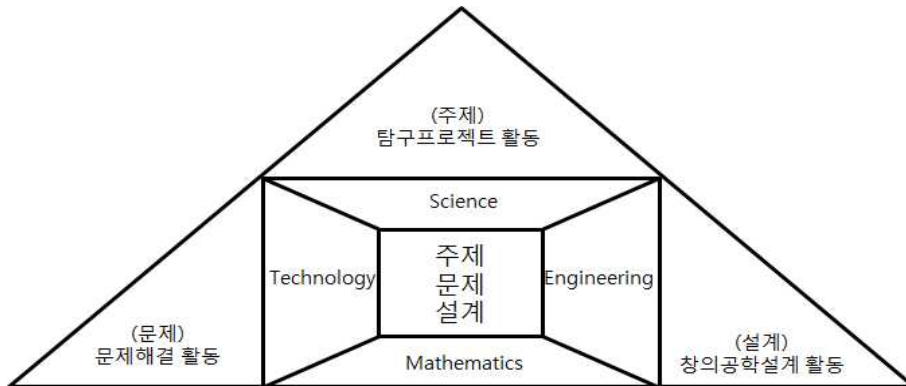
STEAM 교육은 교과간 통합에 기초한다는 점에서 이를 위한 기준과 교수설계 원리가 제시되고 있다. 교과간 통합의 기준은 교과간 빅 아이디어

어를 중심으로(이경진, 김경자, 2013; Apedoe, Reynolds, Ellefson, & Schunn, 2008) 과학과 공학의 개념이 연결될 수 있는 것이어야 한다(Burghardt & Hacker, 2004). 이의 기준으로 백윤수 외(2012)는 학문, 기술 및 공학, 맥락을 중심으로 생활 주변의 소재, 학문 기반, 공학이나 기술을 기반으로 한 주제 등을 중심으로 선택할 수 있다고 하였다. NRC(2011)는 단일 분야의 핵심 개념이나 과학과 공학에서 고가치를 가지는 개념, 복잡한 지식에 대한 이해를 돕는 내용, 사회적, 개인적 관심사와 관련이 있거나 학생의 개인적 호기심을 자극할 수 있는 과학기술적 지식, 학년에 따라 심화할 수 있는 복잡성과 깊이가 있는 내용을 교과 융합의 핵심 내용을 선정하기 위한 기준으로 제안하였다.

김정호(2015)는 융합적 사고를 위한 융합교육의 원리로 탄력적 학습 환경이 구축되어야 하며 이를 위해 개념 기반으로 교육과정을 구조화하기 위한 ‘내용 조직의 핵심성’과 교수·학습의 맥락을 상황에 맞게 조직하기 위한 ‘교수·학습 맥락의 융통성’이 요구된다고 하였다. 교수·학습 맥락의 융통성은 내용 구성, 지역자원 활용, 학습방법, 평가 방법의 융통성으로 구분하였다. 실생활의 문제를 중심으로 하며 지역 자원을 활용할 수 있는 시간, 장소, 소재의 융통성, 학습자 주도, 협력 활동의 학습 방법, 수업 과정에서 평가, 다각적인 평가를 하위 요소로 제시하였다.

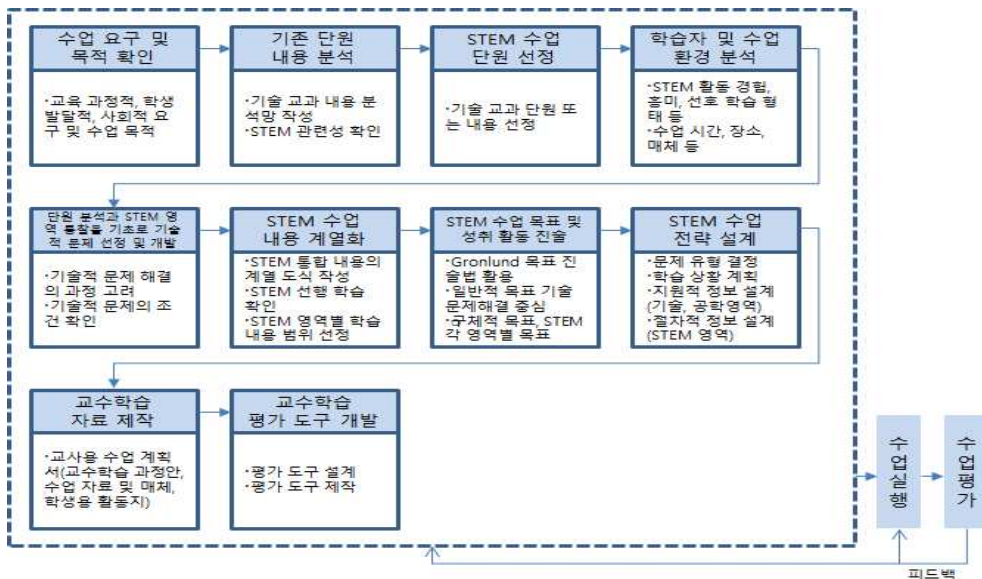
한 단위의 수업이나 프로그램을 설계하기 위한 교수설계 원리와 모형이 몇몇 연구자를 중심으로 개발되었다. 강정찬(2015)은 창의융합교육의 프로그램이나 단위 수준의 설계를 위한 거시적 수업설계 원리로 융합의 원리, 목적성의 원리, 다양성의 원리, 문제해결의 원리, 체험의 원리를 제안하였다. 이영태와 남창우(2015)는 고등학교 창의·융합 수업을 위한 교수·학습 모형으로 ‘주제탐색-문제정의-설계-개발-적용-평가’를 개발하였다.

이외에도 프로그램을 개발하기 위한 개념 모형이나 절차 모형이 제시되었다. 문대영(2008)은 초·중등학생 대상의 공학교육 프로그램을 개발할 때 활용할 수 있는 개념 모형을 개발하였다([그림 II-7] 참고). 교과간 통합을 위한 핵심 요소로 주제, 문제, 설계를 도출하고 이에 대응되는 방법으로 탐구프로젝트 활동, 문제해결활동, 창의공학설계활동을 제안하였다.



[그림 II -7] STEM 통합 접근의 교육 프로그램 개념 모형(문대영, 2008)

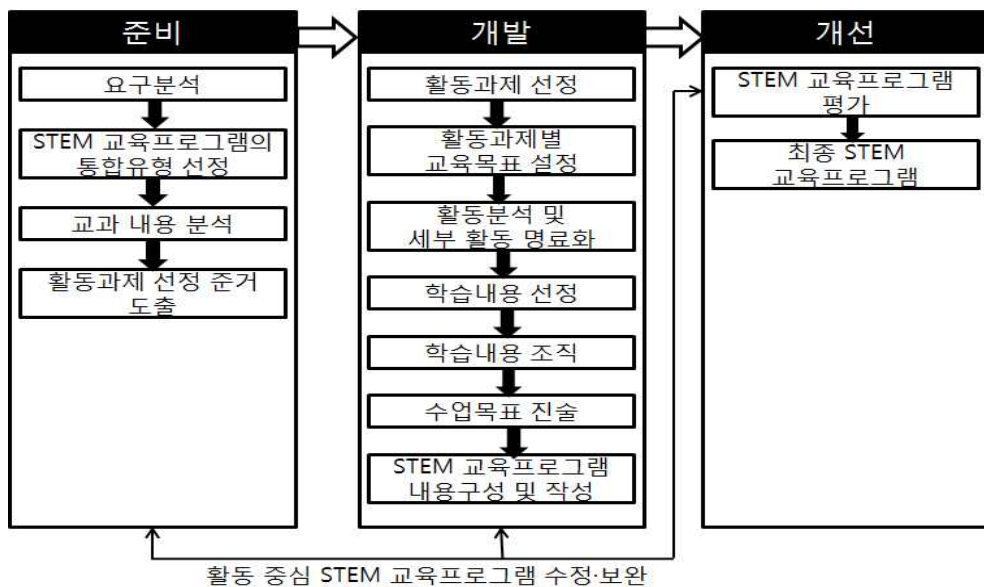
이소이와 노태천(2011)은 STEM 교육의 교수설계를 안내하는 모형이 부족하여 현장에서 실시하기 어렵다는 점에서 Dick과 Carey의 교수설계 모형과 통합교과 설계 방법을 ADDIE 요소로 분석하여 STEM 교수설계 모형을 개발하였다([그림 II -8] 참고). 이소이, 노태천의 모형은 기술수업에서 다루는 기술적 문제인 ‘발명, 설계, 곤란처치, 개발’을 통합 학습 요소로 하여 기술교과 중심의 통합교육 방법을 제시하고 있다.



[그림 II -8] STEM 교육을 위한 기술 수업 설계 모형(이소이, 노태천, 2011)

이소이(2012)는 이 모형을 기술 수업에 적용하여 효과를 확인한 결과 교사들은 문제를 개발할 때 모형이 도움이 되었다고 하였다. 모형에서는 교사의 통찰에 의한 문제 개발을 제안하였으나 어떤 요소를 문제에 포함해야 하는지를 체크리스트로 제공한 것이 주효했던 것으로 나타났다.

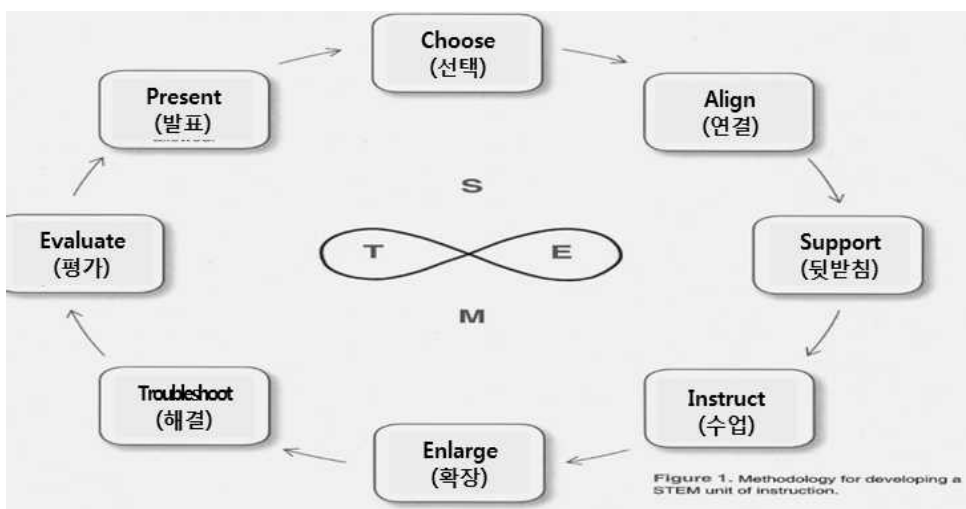
배선아(2011)는 기술, 공업 교육에서의 활동 중심 STEM 프로그램 설계 모형을 개발하였다([그림 II-9] 참고). 이 모형은 준비, 개발, 개선의 세 단계로 구분되며 학습목표에 따라 활동을 구성하는 것과 달리, 학습내용의 설정 후 학습목표를 정하는 특징이 있다. 또한, 교과간의 공통된 내용을 추출하여 내용을 통합하지 않고 학습자의 흥미를 중심으로 학습활동을 선택한 후 이를 통해 가르칠 수 있는 교과 내용을 적용하도록 하고 있다.



[그림 II-9] 활동중심 STEM 교육프로그램 개발을 위한 절차모형(배선아, 2011)

STEM 수업을 위한 단위 설계 방법으로 Roberts(2013)는 [그림 II-10]과 같은 모형을 제안하였다. 설계 절차로 먼저, S.T.E.M. 교과 가운데 하나의 교과 내용 기준을 선택(select)하고 그와 관련된 사회 문제를 연결

(align)시킨다. 그리고 그 밖의 S.T.E.M. 교과에서 관련 내용을 적용(support)하여 학생들에게 가르친(instruct) 후 학생들이 주어진 문제의 해결방안을 찾아(enlarge) 테스트 후 문제가 되는 점을 찾아 고치며(troubleshoot), 해결안을 평가(evaluate), 발표(present)하는 과정을 거친다. 특정 교과를 중심으로 실생활의 문제를 연계시킨 후 다른 교과의 내용을 연결하는 것이 특징적이라고 할 수 있다.



[그림 II -10] STEM 단위 개발을 위한 방법론(Roberts, 2013)

Stohlmann et al.(2012)는 통합적 STEM 수업에서 고려해야 할 사항을 s.t.e.m 모형으로 제안하였다(<표 II -6> 참고). 지원(support), 교수(teaching), 효능감(efficacy), 재료(materials)의 약자인 s.t.e.m 모형은 Project Lead the Way를 적용하고 있는 중학교에서 통합적 STEM 교육을 실행하는 초기에 사용된 틀로. 교사들은 수업에서 고려해야 할 사항을 확인할 수 있어 도움이 되었다고 하였다. 그러나 연구자들은 이러한 몇 가지 요소를 제안하는 것에서 더 나아가 STEM 통합을 위한 교육과정과 교수 모형이 필요함을 지적하였다. Householder와 Hailey(2012)도 상세한 수업 과정안이나 필요 자료 목록의 제시로는 비구조화된 문제 해결을 지원하는 교수전략을 제시하지 못한다고 하며 교사들이 현재 하고 있는 수



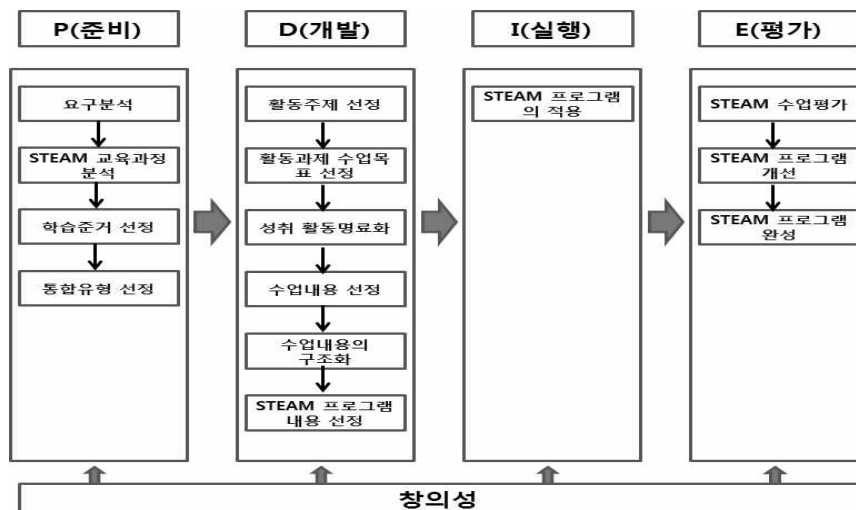
업에서 적용할 수 있는 교수설계 안내가 필요하다고 주장하였다.

<표 II -6> 통합적 STEM 교육의 교수를 위한 s.t.e.m 모형  
(Stohlmann et al., 2012)

지원(Support)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대학이나 근처 학교와 파트너십</li> <li>• 전문성 개발 참여</li> <li>• 교사 협력을 위한 시간</li> <li>• 교육과정 훈련</li> </ul>	
수업(Teaching)	
수업 과정안(Lesson Planning)	수업 활동(Classroom Practices)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연결에 초점</li> <li>• 표상 변화</li> <li>• 학생 오개념 이해</li> <li>• 학생 능력 이해</li> <li>• 문제 해결 기반</li> <li>• 학생 중심</li> <li>• 사전 지식 기초</li> <li>• 빅 아이디어, 개념, 주제 중심</li> <li>• 기술 통합</li> <li>• 실세계와 문화 관련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 제기와 연결 짓기</li> <li>• 생각의 타당화</li> <li>• 성찰을 위한 글쓰기</li> <li>• 패턴 이해 초점</li> <li>• 평가 사용</li> <li>• 협력 활동</li> <li>• 효과적으로 조작</li> <li>• 탐구</li> </ul>
효능(Efficacy)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내용 지식과 교육학적 지식이 자기 효능감에 긍정적</li> <li>• STEM 교육의 헌신은 중요</li> <li>• 계획과 조직은 핵심적</li> </ul>	
재료(Materials)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술 지원</li> <li>• 기술에 대한 폭넓은 관점</li> <li>• 활동을 위한 도구 키트</li> <li>• 자료를 위한 방 공간과 저장 공간</li> <li>• 단체 활동을 위한 테이블</li> </ul>	

국내 STEAM 교육 프로그램 개발과정에는 김진수(2011b)의 프로그램 개발을 위한 절차모형인 PDIE 모형과 한국과학창의재단(조향숙 외, 2012)의 학습준거 요소를 중심으로 한 수업모형, 백윤수 외(2011)의

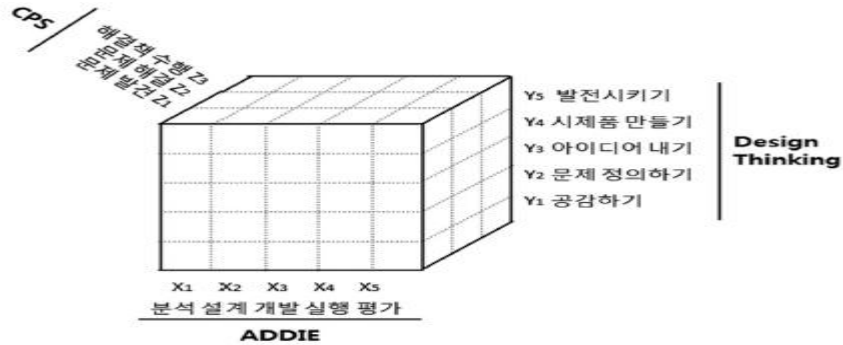
4C-STEAM 수업 구성요소를 따른 수업모형이 주로 사용되고 있다(예: 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호, 2014; 김석희, 유현창, 2014; 이시예, 이형철, 2013; 태진미, 박양숙, 2013). 김진수(2011b)는 교사들이 ADDIE(Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) 모형은 분석과 설계의 과정이 복잡하며 PDI(Preparation, Development, Improvement) 모형은 수업 실행의 내용이 빠져 있다는 점에서 이를 보완하는 방법으로 STEAM 수업자료 개발을 위한 교수설계 모형을 개발하였다([그림 II-12] 참고). 준비(Preparation), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 첫 글자를 사용하여 PDIE 모형이라 하였으며 각각의 단계는 요구분석, 교육과정 분석에 기초하여 평가 계획, 통합 계획을 세우고 학습 주제와 내용을 선정 및 구조화하여 실행한 후 프로그램을 평가하는 과정으로 이루어진다.



[그림 II-11] PDIE 모형(김진수, 2011b)

윤옥한(2017)은 융·복합 교육의 원리로 ‘필요성, 목적성, 융합, 창의적 설계, 문제해결, 감성적 체험, 다양성, 통합성’을 제시하고 디자인 씽킹, 창의적 사고, ADDIE 모형 등을 종합하여 STEAM 교육을 위한 3차원 교

수설계 모형을 개발하였다. 학습자의 흥미와 동기유발을 고려하며 빠른 시간 내에 문제를 해결하는 것을 특징으로 한다([그림 II-12] 참고).



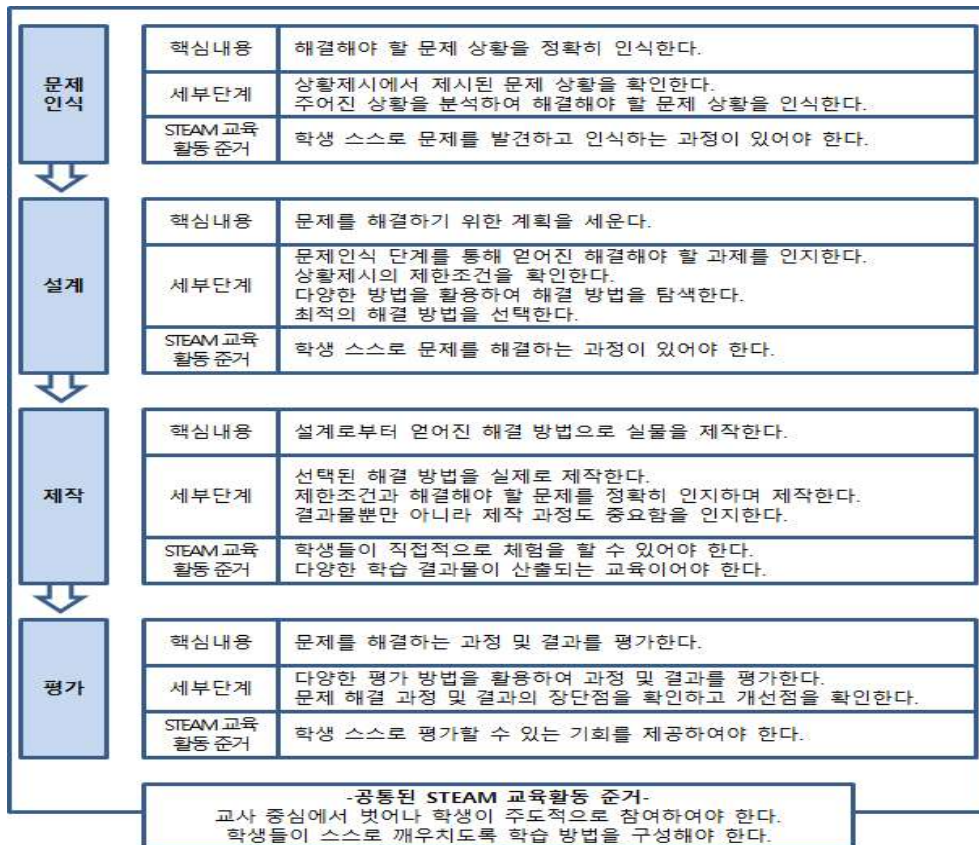
[그림 II-12] STEAM 교육을 위한 교수체제설계 모형(윤옥한, 2017)

한편, STEAM 교육이 교과와의 융합을 근간으로 하고 있으나 교육과정은 교과의 구분이 명확하기 때문에 프로그램을 개발하는 과정에서 특정 교과가 중심이 되는 체계적 모형의 필요성이 제시되었다(오지향, 정재은, 강선영, 하명진, 2014). 이러한 점에서 김해경(2013)은 미술과 중심의 STEAM 교육 교수·학습 과정안 개발 절차를 제안하였다([그림 II-13] 참고). 융합 인재교육 관련 단원을 선정하고 관련 내용 및 개념을 추출하여 타교과와 통합하는 과정으로 이루어진다.



[그림 II-13] 미술과 중심 STEAM 교수·학습 과정안 개발 절차(김해경, 2013)

STEAM 교육의 창의적 설계를 위한 모형으로 이동희 외(2015)는 창의적 설계를 위한 절차모형을 ‘문제인식, 설계, 제작, 평가’의 단계로 구분하여 제시하였다([그림 II-14] 참고).



[그림 II-14] STEAM 학습준거의 창의적 설계에 대한 절차 모형(이동희, 외, 2015)

Wells(2015, Wells, 2016 재인용)는 기존의 STEM 교육을 위한 방법들이 각 교과 영역에 한정적인 형태로 이루어져 STEM 교육이 추구하는 교과 통합과 공학 설계의 내용이 제대로 반영되지 않았다고 하며 통합적 STEM 교육을 위한 PIRPOSAL 모형을 설계자의 활동에 중심을 두고 개발하였다([그림 II-15] 참고). PIRPOSAL 모형은 ‘문제 확인(problem identification), 아이디어 생성(ideation), 연구(research), 가능한 해 찾기(potential solutions), 최적화(optimization), 해결안 평가(solution evaluation), 대안(alterations), 학습 결과(learning outcomes)’의 8개의 첫 글자를 조합한 것이다. 원 중심에 있는 질문하기는 각 단계마다 학습자의 발산적, 수렴적 사고를 돕는 역할을 하며 모형의 단계 아래에 괄호로

표시한 내용은 각 활동에서 중점적으로 이루어져야 할 질문의 초점을 나타낸 것이다.



[그림 II-15] 통합적 STEM 교육을 위한 PIRPOSAL 모형  
(Wells, 2015, Wells, 2016, p15 재인용)

이와 같은 선행연구들은 STEAM 교육을 위한 교수설계 원리와 모형들이 개발되고 프로그램의 개발에 활용되고 있음을 보여준다. STEAM 교육을 위한 교수설계 원리는 교과와 빅 아이디어 중심의 교과 융합, 실생활의 문제, 다양한 결과를 나타낼 수 있는 활동을 강조하고 있다. 또 STEAM 교육의 창의적 설계는 설계자들의 활동에 기반을 두고 절차를 제시하고 있다. 교사들의 STEAM 교육 설계를 위한 안내는 교과 통합, 주제 선정, 활동 계획 등의 일련의 교수설계 절차를 제안하거나 학생들의 학습 절차를 제시하는 형태로 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

## (2) STEAM 수업의 교수설계 실천

STEAM 교육이 현장에서 이루어지는 모습을 확인하기 위하여 교사들이 개발한 프로그램을 분석한 연구들(김지숙, 2013; 노상우, 안동순, 2012; 박영석 외, 2013; 박현주 외, 2014; 이경진, 김경자, 2013; 임유나, 2012; 한혜숙, 2013)을 검토하였다. 연구자들은 분석의 틀로 한국창의재단

(조향숙 외, 2012)의 ‘상황제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’을 사용하거나 백운수 외(2012)의 ‘내용 융·통합’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’을 기준으로 하였다. 또, 프로그램을 평가하는 기준으로 백운수 외(2012)가 제안한 체크리스트를 사용하였다(예: 김지숙, 2013; 박영석 외, 2013; 박현주 외, 2014; 한혜숙, 2013). 이에 백운수 외(2012)가 제안한 STEAM 구성요소와 각 평가 기준을 중심으로 교수설계에 대한 연구를 분석하였다.

#### (가) 내용 융·통합

교사들은 교과간 내용 통합이 STEAM 교육을 실천하기 위한 핵심 역량이라고 인식하고 있으며(한혜숙, 이화정, 2012), STEAM 수업을 위한 교육과정 재구성에 대한 부담감을 느끼고 있다(박현주 외, 2014). 수업설계 시 내용 융합과 관련하여 고려할 사항으로 백운수 외(2012)는 ‘과학, 수학, 기술, 공학, 예술 등의 내용이 자연스럽게 융합되도록 설계되었는가?’를 제시하였다. 여러 교과 지식을 통합적으로 다루고 있는지에 대한 내용을 반영한 것이다.

내용 통합과 관련하여 연구자들은 교과 통합의 유형을 중심으로 수업설계 내용을 분석하였다. 통합의 유형을 다학문, 간학문, 탈학문적 통합으로 구분했을 때, 초등학교 맥락에서의 교과 통합은 간학문적 통합의 형태가 가장 적절하다는 것에 인식을 같이 하고 있다(박현주 외, 2012; 백운수 외, 2012; 이경진, 김경자, 2012; Ingram, 1979; Yakman, 2011). 그러나 개발된 프로그램을 검토한 결과 대부분의 통합 유형은 다학문적 통합으로 나타났다(노상우, 안동순, 2012; 박영석 외, 2013; 임유나, 2012; 한혜숙, 2013). 박영석 외(2013)는 통합의 형태가 병렬적인 교과의 나열로 나타나고 있으며 문제 상황 역시 학습목표와 괴리가 있거나 전체 학습을 이끌어가는 개연성이 부족하다고 하였다. 임유나(2012)도 교과의 핵심 개념에 대한 분석이나 이해 없이 교과서의 활동들을 STEAM 요소에 끼워맞춘 형태가 많다고 하며 이미 하고 있는 과학교육과 다른 것이 없다고 하였다. 학습자 수준과 맞지 않는 문제의 개발과 통합의 개연성이 부족한 교과 통합이 이루어지고 있다는 연구 보고는 내용 융합과 이를 적용한 문

제의 개발이 쉽지 않음을 보여준다고 할 수 있다.

이러한 현상의 원인으로, 융합교육의 이름으로 여러 교과를 연계해야 한다는 측면이 강조되다보니 교과의 기본 개념과 원리가 제대로 다루어지지 못하고 있음을 생각해 볼 수 있다(김지숙, 2013; 이경진, 김경자, 2013; 임유나, 2012; 정진영, 강충열, 2011; Grossman, Wineburg, & Beers, 2000). 이경진과 김경자(2013)는 프로그램의 통합이 한 개 교과의 개념에 기초하고 있으며 상식 수준의 주제를 중심으로 내용이 통합되고 있다고 하였다. 이들은 이러한 프로그램이 학생들의 오개념을 만들며 교과 개념을 제대로 학습하지 못하게 할 수 있음을 지적하고 교과의 빅아이디어(big idea), 개념적 주제를 교과 통합의 주제로 해야 한다고 하였다. 임유나(2012)도 교사들이 교수설계할 때, 주제를 정하고 활동을 구성한 후 어떤 교과 요소와 맞출 수 있는지 고민한다고 하며 교과의 핵심 개념과 원리를 확인하는 내용이 없다고 주장하였다([그림 II-16] 참고).



[그림 II-16] 교사들의 교수설계 과정(임유나, 2012)

이와 같이, 피상적, 통합을 위한 통합이 되지 않기 위해서는 교수설계 과정에서 교과의 핵심 개념과 원리를 확인하는 과정이 요구된다. 교과간 통합을 위한 개념, 기준으로 미국 과학교육에서는 과학교육과정에 물상, 생명, 지구와 우주 과학 영역의 ‘패턴’, ‘원인과 결과’, ‘척도, 비율, 양’, ‘시스템과 모델링’, ‘에너지와 물질’, ‘구조와 기능’, ‘안전성과 변화’를 제시하였다. 그리고 과학과 기술, 공학을 통합할 수 있는 역량으로 ‘문제인식과 정의’, ‘모델의 개발과 사용’, ‘탐구계획과 수행’, ‘자료의 분석과 해석’, ‘수학적·컴퓨터 기반 사고의 활용’, ‘설명의 구성과 문제해결을 위한 설계’, ‘증거기반 논증의 활용’, ‘정보의 수집·평가·소통’을 도출하였다

(NRC, 2010, 김성원 외, 2012재인용). 이를 바탕으로 김성원 외(2012)는 STEAM 교육에서 교과를 통합할 수 있는 개념으로 ‘안정성과 변화’, ‘구조와 기능’, ‘순환과 보존’, ‘진화’, ‘변화의 패턴’을 제시하고 통합 역량으로 ‘정보의 수집 및 평가’, ‘자료의 분석과 해석’, ‘패턴 인식 및 패턴 형성’, ‘설계 및 모델링’, ‘시연 및 시각화’, ‘증거기반 사고’, ‘의사소통’을 제안하였다.

그러나 교과별로 교육과정이 운영되고 있는 현재의 초·중등 교육에서 융합을 위한 과정은 수업에서의 실천에 의지할 수밖에 없으며, 궁극적으로는 교과간 통합을 위한 핵심 아이디어의 제시가 필요하다는 주장이 지속적으로 제기되고 있다(심재호 외, 2015; 이광원, 2016; 이경진, 김경자, 2012; 임유나, 2012).

한편, 통합을 하는 방식뿐만 아니라 통합 내용에 대한 문제점도 제기되고 있다. STEAM 교육에서 통합의 논의가 교과간 내용통합에 머무르고 있다며 박현주(2012)는 내용뿐만 아니라 학습자의 경험을 어떻게 제공할 것인가에 대한 고민도 필요하다고 하였다. 또, 예술의 활용이 단순히 만들기, 그리기로 치환되고 있으며(김성원 외, 2012; 노상우, 안동순, 2012; 주은정, 홍준익, 2014), STEAM 교육에서 예술과 인문학적 내용에 대한 이해와 활동은 미비한 형편이다(노상우, 안동순, 2012; 박범익, 박양숙, 2013). 예술의 활용은 Arts를 STEAM 교육에서 도입한 것은 예술과 인문학이 기여할 수 있는 바에 대한 기대에서 비롯되었으나 어떻게 통합하여 활용할 수 있는지에 대한 안내는 미비한 상태이다(교육과학기술부, 2012; 권난주, 안재홍, 2012).

이상의 선행연구들은 내용 통합이 피상적 수준에 머무르고 있으며 교과의 통합이 각 교과별 교과서의 내용을 중심으로 이루어지고 있음을 보여준다. 이의 원인으로 김태형(2015)이 주장했듯, 교과간 융합을 위한 환경이 마련되어 있지 않은 상황에서 프로그램 개발에만 치우친 것을 하나의 이유로 생각해 볼 수 있다.

#### (나) 창의적 설계

STEM 교육은 설계를 기반으로 한 교수전략으로 인식되고 있다(박범익,



박양숙, 2013; Roberts, 2013; Sanders, 2009). 설계는 수학, 과학, 예술 등을 복합적으로 활용하는 활동이라고 한 Jones(1992)의 주장과 공학과 기술에서의 설계는 과학과 수학의 이론을 응용하는 활동이기 때문에 STEM 교육에서 설계를 기반으로 교육이 이루어지는 것이 타당하다는 Sanders et al.(2011)의 논의가 STEM 교육과 설계의 관계를 보여준다. 또한 초·중등 교육 맥락에서 설계 활동의 적용은 문제해결에 요구되는 내용 지식과 비구조화된 문제를 해결하는 방법을 학습할 수 있다는 이점이 있다(Roth, 1996).

STEAM 교육에서도 창의적 설계는 감성적 체험과 함께 기존의 교육과 차별화 할 수 있는 요소로 핵심적 역할을 하고 있다(박현주 외, 2012; 백윤수 외, 2012). STEAM 교육에서 창의적 설계는 다음과 같이 정의되고 있다(<표 II -7> 참고).

<표 II -7> 국내 STEAM 연구에서 정의한 창의적 설계

창의적 설계 정의	출처
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생이 어떤 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정을 의미. 인간의 가치 추구를 위한 문제해결 또는 기술적 설계 활동이라는 공학의 개념이 포함. 종합적인 문제해결 과정</li> </ul>	백윤수 외(2011)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의적 설계는 설계기반 학습으로 학습자의 창의적이며 독창적인 접근을 장려하고 반성적 과정을 통해 학습하는 것을 강조</li> </ul>	권난주, 안재홍 (2012)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의적 설계는 학생이 주어진 상황에서 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 것과 같은 인간의 가치 추구를 위한 문제해결 또는 기술적 설계활동이 포함</li> </ul>	김진수(2012)

국내 STEAM 교육에서 활용되고 있는 ‘창의적 설계’의 의미 역시 STEM 교육과 같이 ‘기술·공학적 설계’, ‘설계기반 학습’으로 정의되고 있음을 확인할 수 있다. 기술·공학적 설계로서 STEAM 교육에서 창의적 설계 활동의 특징은 백윤수 외(2012)가 제시한 체크리스트를 통해 살펴 볼

수 있다. 이들은 STEAM 수업 설계에 참고할 수 있는 체크리스트를 상황, 내용 융·통합, 창의적 설계, 감성적 체험으로 구분하여 각각에 대한 내용을 제시하였다. 창의적 설계활동의 요소로는 자기주도학습, 문제발견과 정의, 아이디어 발현, 학습 방법, 과정과 활동 중심, 다양한 산출물, 협력학습이 있다(<표 II-8> 참고).

<표 II-8> 창의적 설계 체크리스트(백운수 외, 2012)

요소	세부설명
자기주도적 학습	• 학생 스스로가 주도적으로 참여하는 프로그램인가?
문제발견 및 정의	• 문제를 발견하고 정의할 수 있는 기회가 제공되었는가?
아이디어 발현	• 학생의 아이디어가 적극적으로 반영되도록 기획되었는가?
학습 방법	• 개념을 교사가 직접 설명하지 않고 활동을 통해 학생이 스스로 깨우치도록 설계되었는가?
과정, 활동 중심	• 결과보다 과정이, 지식보다는 활동이 강조되었는가?
다양한 산출물	• 프로그램의 결과물이 모둠별 또는 개인별로 다양하게 산출되도록 설계되었는가?
협력 학습	• 동료, 교사, 다양한 도구와의 의사소통을 통해 협력학습이 이루어질 수 있도록 설계되었는가?

이러한 요소에 따라 STEAM 교육 프로그램을 분석한 김지숙(2013)은 대부분의 프로그램에서 제한조건을 고려하며 해결안을 찾는 과정이 미약하다고 보고하였다. 또, 이경진과 김경자(2013)는 설계의 목적이 의문시되는 만들기 활동으로 창의적 설계가 이루어지고 있다고 하였다.

창의적 설계가 수업에서 잘 반영되고 있지 않다는 김성원(2013)의 연구와 창의적 설계의 교수설계가 어렵다는 교사들의 반응(박상우 외, 2016)은 창의적 설계를 위한 충분한 안내가 필요함을 보여준다.

#### (다) 감성적 체험

감성적 체험은 학습자의 내적 동기와 태도, 인성과 관련된 요소로 구성된다. 백운수 외(2012)가 제안한 감성적 체험의 요소는 ‘몰입’, ‘체험

(hands-on)', '성취의 경험', '배려', '새로운 도전', '자기 평가'이다(<표 II -9> 참고).

<표 II -9> 감성적 체험 체크리스트(백운수 외, 2012)

요소	세부설명
몰입	• 학습자가 학습에 대하여 몰입하도록 흥미롭게 구성하고 있는가?
체험	• 학생들이 직접적인 체험을 통하여 열정을 가지고 참여할 수 있도록 하는가?
성취의 경험	• 학습자가 성취를 경험하여 선순환 구조로 연결되도록 구성되어 있는가?
배려	• 타인을 이해하고 존중하도록 구성되어 있는가?
새로운 도전	• 연계된 활동에 새로운 도전을 하도록 설계되었는가?
자기 평가	• 학습자가 스스로 활동을 평가할 수 있는 기회를 제공하였는가?

한국과학창의재단에서는 이를 '체험', '성공의 경험', '새로운 도전'으로 하고 '자기 평가'는 평가의 영역으로 별도로 제시하였다(조향숙 외, 2012). 한혜숙(2013)은 한국과학창의재단에서 제안한 기준을 준거로 수학과 STEAM 프로그램을 분석한 결과 체험활동(hands-on)과 성공의 경험을 하도록 설계된 논문은 대다수인 반면, 자기 평가의 요소를 갖고 있던 프로그램은 19편 가운데 9편이었다고 하였다. 체험활동은 수업에서 창의적 설계를 제시하고 있기 때문에 직접적 체험에 대한 내용이 대부분 포함된 것으로 볼 수 있다. 자기 평가의 내용을 포함한 프로그램이 많지 않았던 것은 기존의 수업에서도 교사들의 차시 수업에서의 평가에 대한 설계는 잘 이루어지지 않고 있어(박기용, 2007a), 평가 방법에 대한 고려가 미비했던 것으로 짐작할 수 있다.

이상의 STEAM 교육의 교수설계와 실천에 대한 선행연구를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 내용 융·통합을 위한 교과 통합이 피상적 수준으로 이루어지고 있다. 교과의 핵심 개념과 지식을 중심으로 통합적 학습 경험을 제공하기를 기대하고 있으나 현실은 교과 통합을 위한 핵심 개념이 제시되지 않아 통합의 방법과 형태는 교사의 아이디어에 의존하고 있다(심재호

외, 2015; 이광원, 2016). 결과적으로 교사들의 교과 통합은 S.T.E.A.M. 교과 지식과 활동을 나열하는 형태로 나타나고 있다(박영석 외, 2013; 임유나, 2012).

둘째, 창의적 설계의 특징이 STEAM 교육에서 잘 반영되고 있지 않다. 교사들은 창의적 설계를 위한 수업 계획과 실천을 어렵게 느끼고 있다(박상우 외, 2016; Bamberger & Cahill, 2013). 설계의 순환성과 제한조건의 제시, 수학적 사고의 적용 등 공학적 성격의 설계 특징이 수업 계획과 실천에서 잘 이루어지지 않고 있다(김지숙, 2013; Kelley et al., 2010; Sidawi, 2009). 또 설계 과정에서 제작 활동이 목적 없이 이루어져 교사들은 STEAM 수업에 대해 부정적 인식을 갖고 있다(정광순, 2015).

셋째, STEAM 수업을 위한 교수설계 이론의 제시가 미비하다(김민정 외, 2014). STEAM 교육 연구의 주된 내용은 프로그램 개발로 STEAM 교육의 차별화된 교수설계를 위한 이론적 제시는 부족한 상황이다(곽혜정, 류희수, 2016). 프로그램 개발 절차와 수업 모형, STEAM 수업의 준거에 따른 체크리스트가 제공되었으나 이러한 교수설계 안내는 교사의 수업 실천을 구체적인 수준에서 제시하지 못하고 있다(심재호 외, 2015; 이광원, 2016).

다음 절에서는 창의적 설계에 대한 개념과 구성요소를 확인하여 STEAM 교육의 창의적 설계를 위한 시사점을 도출하고자 한다.

## 2. 창의적 설계의 특징 및 구성요소

창의적 설계는 무엇이며 창의적 설계 활동을 위한 교수설계의 시사점을 확인하기 위해 설계의 일반적 정의와 특징, 창의적 설계의 속성을 확인하였다.

### 가. 설계의 정의와 창의적 설계의 특징

#### (1) 설계의 정의 및 특징

‘Design’은 우리말로 설계 또는 디자인으로 사용되고 있으며 여러 영역에서 그 뜻의 구분 없이 사용되고 있지만 두 용어의 의미 차이가 있다고 보기는 어렵다(김용세, 2009). ‘Design’은 ‘그리다, 표현하다, 무언가를 만듦’을 뜻하는 라틴어 ‘designare’에서 유래하였다(Bonny, 2008). 시간이 흐르면서 르네상스 시대에 ‘Design’이 시각 예술로 작품을 만들거나 그리기 전에 거치는 개념적 단계인 드로잉을 의미하는 ‘Disegno’로 불렸다. 산업 혁명 이후에는 대량 생산 체제로 인해 디자인을 전문적으로 해야 할 필요가 생겨나면서 디자이너라는 개념이 생겨났다(Walker, 1989). 용어의 기원과 시대적 변화에서 나타나듯 ‘Design’은 결과를 만들어내기 위한 과정, 그러한 과정에서 나타나는 결과물에 대한 의미로 사용되고 있다. Walker(1989)는 ‘과정, 과정을 통한 결과, 디자인의 목적으로 만들어진 물건, 외양’으로 설계를 정의하며 설계의 다의적 의미를 모두 포함시켰다.

또, ‘Design’은 ‘설계’라는 명사이면서 ‘설계하다’의 동사로서 중의적 의미로 사용되고 있다(Konsorski-Lang & Hampe, 2010; Sparke, 2013). 명사로는 대개 설계 과정을 통한 최종 산출물이나 결과물을 의미하고, 동사로는 제품을 산출하는 과정으로 사용된다. ‘Designing’의 용어에 대해 Konsorski-Lang와 Hampe(2010)는 미적, 기능적 측면을 모두 고려하는 활동으로 정의할 수 있다고 하였다. 이렇게 여러 가지 의미를 갖고 있는 설계에 대해 Margolin(1989)은 설계가 건축, 산업 디자인, 공학, 그

래픽 디자인 등 다양한 분야에서 사용되고 있으나 여러 단과대학에서 이를 분리하여 각 영역에서 독립적으로 다루게 되면서 설계의 의미를 종합적으로 다루기 어렵게 하였다고 하였다.

설계에 대한 논의는 영역별로 이루어지고 있으나, 영역과 무관하게 공통적으로 나타나는 설계의 특징을 통해 개념을 확인할 수 있을 것이다 (<표 II-10> 참고).


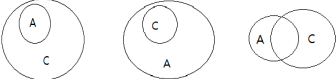
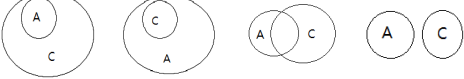
<표 II-10> 설계 정의

설계의 정의	출처
• 우리가 원하는 것들에 맞게 기존 물질의 형태를 변형하는 것을 포함하며 모든 설계는 물질, 과정, 형태, 목적을 포함	Rawson(1987)
• 목적지향, 제한, 의사결정, 탐구, 설계자의 맥락에 대한 인식에 기반한 맥락 내에서 작용하는 활동	Gero(1990)
• 어떤 일정의 관념을 실체화하는 과정으로 유목적적이며 의식적인 활동	명승수(1991)
• 변화를 촉진하는 전략으로 과정과 인공물 모두	Nelson(1994)
• 물질적·비물질적인 것들(인공물, 생산물)의 현존 상태를 더 나은 상태로 변화, 개선, 발전시키거나 또는 존재하지 않는 무엇을 새롭게 고안, 창조하기 위한 인간의 의도적, 목적지향적 행위, 계획, 판단, 전략, 사고를 의미	박기용(2007a)
• 설계는 일상적인 물건을 구상하는 것에서 도시계획에 이르기까지 인간 환경의 조화를 목표로 하는 분야	Bonny(2008)
• 설계는 우리 주변을 둘러싼 사물이면서 또한 그런 것들을 가능하게 만드는 창의적 과정	Sparke(2009)

설계에 대한 정의를 살펴보면, 설계는 자연환경이나 인공물을 우리의 목적에 맞게 생성, 재구조화하는 수단으로, 과정 또는 결과 모두를 포함하는 개념으로 이해할 수 있다. 필요에 의한 목적 달성을 위한 방법으로 일종의 문제를 해결하기 위한 방법으로 설계를 정의할 수 있으나 일반적 문제해결과 설계는 차이점이 있다. 일반적 문제해결과 설계의 차이점으로 Zimring과 Craig(2001)는 다음의 세 가지를 제시하였다. 첫째, 설계는 귀추적 추론(abductive reasoning)을 사용한다. 귀추적 추론은

Pierce(1923)가 제안한 개념으로 설계 과정에서 중요하게 다루어지고 있다(박기용, 2007a 재인용). 연역법은 무엇인가가 있음을 증명하는 논리적 사고, 귀납법은 어떤 것이 작용함을 보여주는 과학에서의 논리적 사고라면, 귀추법은 어떤 무엇인가가 있을지도 모른다고 추측하고 제안하는 설계의 논리와 관련이 있다(Cross, 2011; Rowe, 1991). 연역법, 귀납법, 귀추법의 차이는 <표 II-11>과 같다.

<표 II-11> 연역법, 귀납법, 귀추법 비교(Rowe, 1991, p.103)

구분	전제	결과	가능한 사례
연역법	$A \subset B$ and $B \subset C$	$A \subset C$	
귀납법	$A \supset B$ and $B \subset C$	$A \cap C \neq \emptyset$	
귀추법	$A \subset B$ and $B \supset C$	$A \cap C \neq \emptyset$ $A \cap C = \emptyset$	

둘째, 설계는 비정형화된 문제의 해결(ill-defined problem-solving) 또는 다루기 어려운 문제의 해결(wicked problem-solving)이다. 설계 문제는 비정형화, 비구조화 또는 다루기 어려운 문제이다(Cross, 2006). 문제의 속성은 문제해결 방법에 차이를 가져오기 때문에 설계 문제의 비정형성은 일반적 문제와 다른 문제해결 과정을 요구 한다.

마지막으로, 설계는 구성적 과정이다. 설계는 새로운 것을 고안하는 구성적 활동으로(Gregory, 2013) 상황에 따라 문제의 새로운 틀을 만들어 해결안을 구성하는 특징을 갖는다.

설계는 여러 분야에서 활용되는 문제해결 활동으로서 설계가 적용되는 맥락에 따라서도 차이를 나타낸다. 최유현(2004), Carr와 Strobel(2011)은 기술과 공학에서의 설계와 문제해결의 차이를 언급하였다. 최유현(2004)은 기술 교육에서의 설계와 일반적 문제해결의 연구 분야별 기저를 분석한

결과 설계 과정은 영국을 중심으로 인지심리학, 인간공학과 연계되어 있으며 설계, 모델링, 수정, 기술적 능력과 밀접한 반면, 문제해결은 미국을 중심으로 문제, 해결책, 개방적 문제, 맥락중심, 기술적 교양과 관련이 깊다고 하였다. 기존 연구들에서 제시한 모형과 구조에서 나타난 차이점으로 설계 과정은 모델링, 원형 제작, 확산적 사고, 수렴적 사고, 설계 요소의 고려, 공학적, 공작적 접근의 강조, 유목적적, 심미적 고려가 주를 이루는 반면, 문제해결은 문제 상황, 실제적 실행, 문제해결 범위의 확대, 비구조화 문제의 전제 등을 강조한다고 하였다. Carr와 Strobel(2011)은 공학에서의 설계는 테스트와 개선을 중심으로 하여 다른 문제해결 과정에서 다루지 않는 요소가 있음을 강조하였다.

설계의 특징은 다른 학문 분야와의 비교를 통해서도 확인할 수 있다. Cross(1982)는 과학, 인문학, 설계를 대상과 방법, 가치에 따라 구분하였다(<표 II-12> 참고). 과학은 세상에 존재하는 진리를 찾기 위해 실험과 분석을 통해 탐구하는 학문이라면, 인문학은 세상의 이치가 어떠한지, 어떻게 존재해야 하는지를 비판적으로 탐구하는 것이다. 설계는 인간의 목적을 달성하기 위한 실용적 측면을 강조하며 모델링과 패턴 형성, 종합의 방법을 이용한다고 하였다.

<표 II-12> 과학, 인문학, 설계의 구분(Cross, 1982)

구분	과학	인문학	설계
연구 대상	자연 세계	인간 경험	인공적 세계
연구 방법	통제된 실험 분류 분석	비유 은유 비판 평가	모델링 패턴 형성 종합
가치들	객관성 합리성 중립성 진리에 대한 관심	주관성 상상 참여 정의에 대한 관심	실용성 독창성 공감 적절성에 대한 관심



위와 같은 설계의 공통적 특징도 있으나 적용되는 맥락에 따라 차이도 갖고 있다. 먼저, 설계 분야에 따라 최종 산출물에 기대하는 바가 다르다 (Lawson, 2006). 예컨대, 공학·기술에서의 설계는 인간이 필요로 하는 결과물을 산출하는 목적이 강조되며 미적인 부분보다는 실제적인 면이 중요하다(유재영, 최준섭, 2012). 반면, 예술적 설계는 인간의 실제적 필요와 요구에 제한 없이 예술적 상상력에 기초한 결과물을 기대한다(최유현, 2004). 예술분야 내에서도 디자인은 순수예술과 달리 ‘기능적 형식미’를 추구한다(명승수, 1991). 디자인 분야와 설계 영역에서의 디자인의 차이로 김용세(2009)는 디자인 영역에서의 설계는 감성적 접근(emotional logic)으로, 실생활의 필요에 기초하여 제품의 스타일을 아름답게 만드는 것에 초점을 두는 한편, 설계 시각에서의 디자인은 소비자와 사회의 요구사항을 중심에 두고 이를 만족시키기 위한 해결안을 만들어내는 것이라고 하였다. 분야별로 설계 산출물에 기대하는 바가 다른 평가 기준의 차이로 연결된다. 공학이나 기술에서의 설계 결과물은 ‘최적의’ 해결안을 성공 기준에 따라 평가할 수 있지만, 인테리어 설계나 무대 장치의 설계는 ‘최적의’ 것 인지를 판단하기 어렵다(Lawson, 2006).

둘째, 영역별로 설계에 대한 관점이 다르게 나타난다. Rowland, Parra 와 Basnet(1994)에 따르면, 설계는 전문 직업으로서 설계 활동에 기초하여 설계 이론이 구축되어 설계의 관점이 합리적인 것부터 창의적인 것까지 다르게 나타난다([그림 II-17] 참고).



[그림 II-17] 여러 영역에서의 설계에 대한 관점(Rowland et al., 1994)

이들에 의하면 공학은 합리적 관점에 가까운 설계 관점을 보이고 건축

의 설계 방식은 창의적 관점과 가깝다. 이러한 설계 관점의 차이는 설계 과정, 교육, 교수방법에 영향을 미친다(<표 II-13> 참고).

<표 II-13> 설계의 대조적 관점 비교(Rowland et al., 1994)

구분	합리적 관점	창의적 관점
설계 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 체계적, 결정적, 사전 결정된 선형적 패턴</li> <li>• 기술에 의존</li> <li>• 잘 구조화된 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반복적, 원형적, 즉흥적</li> <li>• 직관에 의한 안내</li> <li>• 비구조화되고 독특한 문제</li> </ul>
설계 교육의 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개념적 지식, 규칙 적용과 기술적 과정을 수행하는 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 독특한 환경에 적합한 새로운 아이디어를 생성하고 선택하는 능력</li> <li>• 도구를 사용하는 능력</li> </ul>
교수 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대규모 강의, 문제 해결 연습, 프로젝트</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스튜디오 작업, 동료와 평가단의 비판, 경쟁, 산출물의 연구</li> </ul>

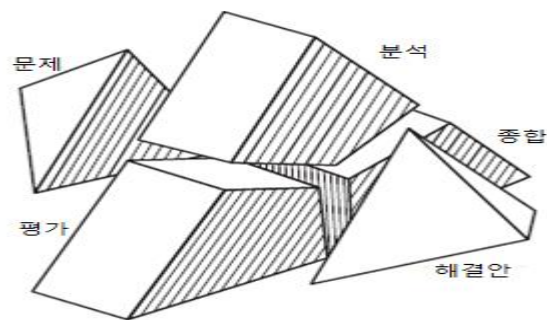
합리적 관점에서의 설계는 설계 과정을 체계적인 방법에 따라 이루어지는 것으로 보고 있으며 설계 방법을 교육을 통해 습득할 수 있도록 주로 프로젝트 중심의 교육활동을 하는 것이 특징이다. 창의적 관점의 설계 방식은 비구조화된 문제를 해결하기 위해 직관적, 창의적 아이디어를 생성하는 것에 관심이 있으며 창의적 문제해결 능력의 개발과 도구 사용 능력을 강조한다.

설계의 분야에 따라 다르게 나타나는 설계 양식을 Rowland et al.(1994)이 구분했다면, Jones(1992)는 기존의 설계 과정 모형을 분석하여 설계방법의 관점을 창조적, 합리적, 통제적 관점으로 분류하였다(<표 II-14> 참고).

<표 II-14> 설계 방법의 관점 비교(Jones, 1992)

구분	창조적 관점	합리적 관점	통제적 관점
설계자	<ul style="list-style-type: none"> <li>보이지 않는 상자 (black box)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>투명한 상자(glass box)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자기 조직 체제 (self-organizing system)</li> </ul>
설계 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>창의적 도약</li> <li>브레인스토밍, 창조공학(synergetics)의 방법으로 창의성 자극</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석-종합-평가의 반복적 과정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이성적, 창의적 과정을 통제, 자신의 행위 성찰</li> </ul>

창조적 관점은 설계자의 머릿속에서 창의적 도약이 일어나는 행위로 설계 과정을 설명하는 것으로 설계자의 사고 과정은 블랙박스과 같이 확인하기 어려운 것으로 보고 있다. 합리적 관점은 분석-종합-평가의 방법이 동시 통합적으로 설계 과정에 적용되는 것으로 설명한다(Akin, 1979; Purcell, Gero, Edwards, & McNeill, 1996). Lawson(2006)은 설계 과정을 [그림 II-18]과 같이 문제와 해결안 사이에서 분석, 종합, 평가의 활동이 동시, 반복적으로 이루어지는 것으로 설명하였다.



[그림 II-18] 설계 과정(Lawson, 2006, p. 49)

통제적 관점은 창조적 관점과 합리적 관점의 창의적, 이성적 측면을 통합하면서 Schön(1983)의 반성적 실천가로서의 모습을 반영한 것이다. 설

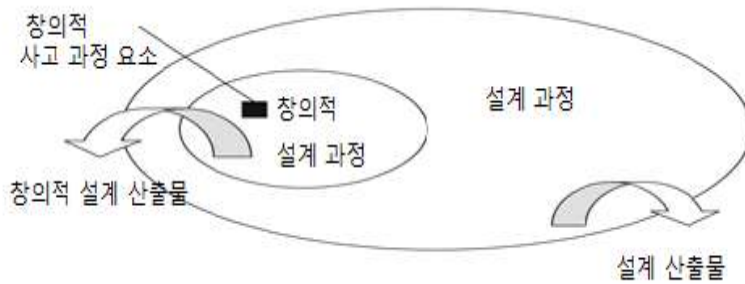
계자들은 정해진 설계 과정에 따라 설계하지 않으며 인지부담을 낮추는 방향으로 설계 전략을 변경한다는 경험적 연구들(Cross, 2006, 2011; Rowe, 1991)에 기초한다.

이와 같이 여러 가지 설계 관점이 존재하며 교육 현장에서 설계를 교육 방법으로서 적용할 때 합리적 관점은 분석, 종합, 평가의 활동을 설계 과정에서 지속적으로 해야 함을 보여주며 각 활동을 체계적으로 안내하여 초보 설계자들에게 시사점을 제공한다.

## (2) 창의적 설계의 특징

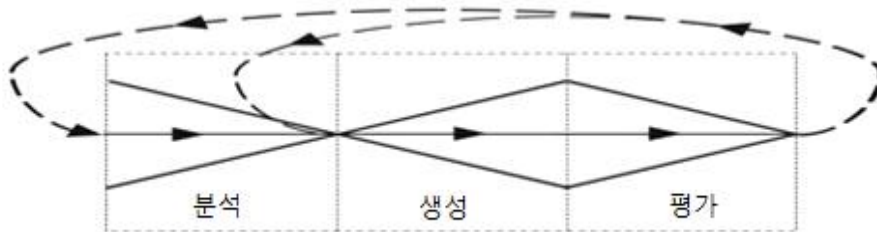
좋은 설계는 창의적인 특징을 포함하며(Cropley & Cropley, 2010; Dorst & Cross, 2001; Lawson, 1979), 창의성은 설계에서 본질적인 부분으로 다루어지고 있다(Howard, Culley & Dekoninck, 2008; Rutland & Barlex, 2008; Wong & Siu, 2012). 하나의 정답이 아닌, 무수히 많은 해결안이 가능한 비구조화된 설계 문제는 새로운 아이디어를 생각하고 구현하는 과정에서 창의성 발현의 기회를 제공한다(Barlex, 2007; Howard et al. 2008; Lewis, 2006).

설계에서의 창의성은 과정에서의 창의성과 결과로서의 창의성으로 구분할 수 있다. 먼저, 과정에서의 창의성은 창의적 사고와 관련이 있으며 분석, 종합, 평가의 설계 과정에서 아이디어를 정교화하면서 나타난다(Dorst & Cross, 2001). 이는 발산적, 수렴적 사고를 하며 여러 가지 아이디어 가운데 적합한 해결안을 도출하는 과정이다(Jones, 1992). Wong과 Siu(2012)는 창의적 설계와 일반적 설계의 차이는 설계 과정에서의 창의적 사고과정에서 비롯되는 것으로 설명하며 확산적 사고와 수렴적 사고의 상호작용인 창의적 사고가 있어야 창의적 설계 산출물을 만들 수 있다고 주장하였다([그림 II-19] 참고).



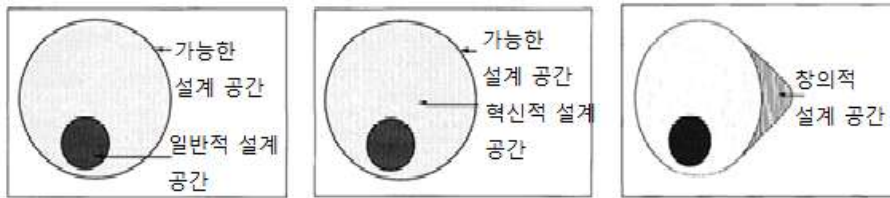
[그림 II-19] 창의적 설계 과정과 창의적 설계 산출물  
(Wong & Siu, 2012, p.438)

이들은 Howard et al.(2008)이 기존의 창의적 과정 모형을 분석하여 도출한 ‘분석, 생성, 평가’의 활동 중에 발산적, 수렴적 사고가 반복, 순환적으로 나타나는 것으로 창의적 사고 과정을 설명하였다([그림 II-20] 참고).



[그림 II-20] 창의적 사고 과정 도식(Wong, & Siu, 2012, p.439)

다음으로, 결과로서의 창의성은 설계 산출물에 대한 평가와 관련이 있다. 일반적으로 산출물을 평가하여 창의적 설계의 여부를 구분한다(Howard et al., 2008; Warr, 2007). Gero(1990)는 설계의 유형을 ‘일반적 설계(routine design)’, ‘혁신적 설계(innovative design)’, ‘창의적 설계(creative design)’의 세 가지로 구분하였다([그림 II-21] 참고).



[그림 II-21] 설계의 유형

(왼쪽부터 일반적, 혁신적, 창의적 설계)(Gero, 1990, p. 34,35)

일반적 설계는 가능한 설계가 잘 정의된 상태 공간에서 이루어지며 적용 가능한 변인들의 가치 범위가 제한적이기 때문에 상당히 작은 공간을 차지하는 것으로 표현이 되었다. 혁신적 설계는 가능한 설계가 잘 정의된 상태 공간에 있지만 일반적으로 나타나는 설계의 범위에서 벗어난 설계로 규정하였다. 일반적 설계와 다르게 변인들의 적용 가능한 범위를 조절하여 결과는 익숙한 구조를 가지나 새로운 외형을 가진 설계의 특징을 갖고 있는 것으로 설명하였다. 창의적 설계는 비일상적 설계로, 새로운 유형을 만드는 새로운 변인을 사용하여 설계의 패러다임을 바꾸는 것으로, 가능한 설계의 범위를 확장하거나 옮기는 사례로 정의하였다. 일반적으로 창의적 설계라고 구분할 수 있는 것은 혁신적 설계 유형의 것이라고 할 수 있을 것이다.

Gero(1990)가 영역 보편적 차원에서 설계 유형을 구분한 반면, Pahl과 Beitz(1996)는 공학 설계 산출물을 대상으로 설계 결과물을 분류하였다. 이들은 산출물을 기능(function), 행동(behavior), 구조(structure)의 기준을 적용하여 ‘독창적(original)’, ‘적응적(adaptive)’, ‘변형적(variant)’, ‘일반적(routine)’ 설계로 나누었다. 독창적 설계는 유사한 과제에서 독창적인 해결안을 제시한 것이고 적응적 설계는 새로운 과제에 기존의 해결안을 적용한 것으로 정의하였다. 변형적 설계는 기능과 해결안은 동일하나 특정 측면을 변형시킨 것으로, 일반적 설계는 기능, 행동, 구조의 어떤 측면에서도 창의적이지 않은 것으로 설명하였다. 이러한 평가 기준은 창의적 산출물의 여부를 확인하고 이를 지향하며 설계할 수 있게 돕는다. Wong

과 Siu(2012)는 이러한 분류가 공학 설계 산출물을 대상으로 한 것이지만 다른 영역에서도 적용가능하며, 학생들 수준에서는 변형적 설계를 하는 학생을 창의적이라고 할 수 있다고 하였다.

한편, Howard et al.(2008)은 공학 설계 과정과 Pahl과 Beitz(1996)의 공학 설계 산출물의 유형 구분을 종합하여 설계 과정에서 나타날 수 있는 창의적 설계 산출물의 유형을 제시하였다(<표 II -15> 참고).

<표 II -15> 공학 설계 과정과 창의적 산출물의 유형(Howard et al., 2008, p.174)

		설계 과정			
		과제분석(기능)	개념설계(행동)	구체설계(구조)	상세설계
설 계 산 출 물	독창적		창의적 산출물		
	적응적	창의적 산출물			
	변형적			창의적 산출물	
	일상적				

창의적 산출물은 독창적이고 적절한 아이디어를 의미하며, 창의적 설계 산출물은 시스템 수준에서 적어도 한 가지 이상의 창의적 결과를 포함한 것이다. 기능적 측면에서 창의적 아이디어를 포함한다면 이는 적응적 설계 산출물의 유형으로 나타날 수 있고, 행동 수준에서 창의적 산출물을 생성하는 것은 독창적 설계 유형으로 표현될 수 있다. 구조면에서 창의적 산출물을 생성하면 변형적 수준의 창의적 설계 산출물로 나타난다고 설명하였다. 즉, 과제분석, 개념설계, 구체설계의 설계 과정에서 한 가지 이상의 창의적 아이디어를 생성할 수 있다면 창의적 설계 산출물을 만들 수 있다는 것이다. 상세설계 과정은 창의적 산출물을 만들어 내는 것과 관련이 없으며 어떤 과정에서도 창의적 아이디어가 발현되지 못하면 일상적 설계 산출물이 된다. 설계 과정에서 창의적 아이디어가 적용되면 창의적 산출물로 귀결된다는 점에서 산출물의 평가를 통해 과정에서의 창의성 발현을 확인할 수 있음을 시사한다.

이와 같은 연구들을 종합해 볼 때, 창의적 설계는 설계 문제가 갖고 있는 특징에서 기인하여 창의성이 요구되며 창의적 사고를 통한 아이디어의 생성과 이의 결과인 창의적 설계 산출물로 설명될 수 있다. 다음에서는 창의적 설계의 문제, 과정, 산출물에 대한 내용을 구체적으로 살펴보고자 한다.

## 나. 창의적 설계의 구성요소

창의적 설계는 창의성을 요구하는 문제와 창의적 사고 과정이 반영된 설계 과정, 이의 결과물인 창의적 산출물과 관련이 있다(Wong & Siu, 2012). 이러한 점에서 창의적 설계의 구성요소를 설계 문제, 설계 과정, 설계 산출물로 보고 각각의 특징을 검토하여 창의적 설계 활동을 위한 교수설계에서 고려할 사항을 확인하였다.

### (1) 설계 문제

설계 문제는 정해진 답이 없고 무수히 많은 해결안을 포함하는 비정형적(ill-defined), 비구조적(ill-structured), 다루기 어려운(wicked) 특성을 갖고 있다. 설계 문제의 특징으로 Lawson(2006)은 다음을 제시하였다. 첫째, 설계 문제는 포괄적으로 진술될 수 없다. 설계 과정에서의 해결안에 따라 문제의 우선순위나 목적들이 바뀌고 그에 따라 또 다른 문제들이 생겨나기 때문에 설계 문제는 고정된 것으로 볼 수 없다. 둘째, 설계 문제는 주관적 해석이 필연적이다. 동일한 문제도 바라보는 설계자의 인식에 따라 제시하는 해결안도 다르게 나타난다. 이는 설계자가 갖고 있는 지식과 경험이 정보의 선택에 영향을 미치는 것과 관련이 있다. 셋째, 설계 문제는 위계적으로 조직된다. 주어진 문제를 해결할 때 설계자들은 그와 관련 있을 것으로 보이는 요소들을 전체적으로 고려한다. 어느 범위까지 설계자가 다룰 것인지에 대한 안내는 논리적으로 제시될 수 없으며 권력이나 가용한 시간, 자원에 의존하는 경향이 있다. 이러한 문제의 특성은 해결안의



특징과 관련이 있다. 설계 문제의 해결안은 다양하며 최적의 해결안은 존재하지 않는다. 타협을 통한 수용 가능한 범위내의 만족할 만한 해결안이 있을 뿐이다. 또한 해결안은 해당 설계 문제의 해결로 그치지 않고 또 다른 문제를 만들어 낸다.

Cross(2000)는 설계 문제의 특징으로 다음을 주장하였다. 첫째, 모호한 목표를 갖고 있으며 명확히 공식화 할 수 없다. 둘째, 문제에 갈등과 모순이 존재하며, 문제에 대한 이해는 해결안의 제시에 영향을 받는다. 그리고 문제에 한정한 해결안은 존재하지 않는다.

Goel과 Priolli(1989)는 인지적 관점에서 설계 문제를 분석하여 다음을 제시하였다. 첫째, 문제에 요구되는 정보의 수준과 자원이 다양하며, 둘째, 제한 요소에는 타협할 수 없는 법칙적 요소와 타협이 가능한 요소들이 있다. 셋째, 문제의 크기가 크고 복잡하여 분해를 요하게 되며 이때 설계자의 경험이 적용된다. 넷째, 설계 문제의 구성요소들은 논리적으로 연결되지 않으며 다섯째, 산출물의 사용자와 그들의 산출물 사용 목적, 사용자의 만족 정도를 확인할 수 있는 정보가 설계 문제의 조건에 포함된다.

문제의 속성에 따라 문제해결의 접근이 달라짐을 주장한 교수설계 분야에서의 Jonassen(2004)은 설계를 ‘인공물을 만드는 목적’으로 보고, 문제의 특징으로 약간의 제한점과 모호한 목적 진술, 성공 기준이 정해져 있지 않고 상대적 양호로 해결안을 평가할 수 있음을 제시하였다.

설계 문제는 단순한(tame) 문제와 비교하여 다루기 어려운(wicked) 문제로 인정받고 있으며 Rittel(1972)은 설계 문제의 특징으로 10가지를 제시하였다. 연구자들이 제시한 설계 문제의 특징을 종합하면 <표 II-16>과 같다.

<표 II-16> 설계 문제의 특징

Rittel(1972)	Goel & Priolli (1989)	Cross(2000)	Jonassen(2004)	Lawson(2006)
정해진 공식화가 없음	구성요소들간의 연결이 논리적이지 않음	명확한 공식화 없음	구조화와 명료화 필요	포괄적으로 진술되지 않 음
설계 종료 시점이 정해지 지 않음				문제의 위계적 조직
좋거나 나쁜 것으로 구분 할 수 없는 해결안	타협이 불가한 것과 타협이 가능한 제한적 요소	적절한 해결안	상대적인 양호나 불량	
완전한 운영 리스트가 없음	사용자, 산출물에 대한 사용자의 기대, 사용자 를 만족시키기 위한 행동 고려		한정된 투입과 피드백	
하나 이상의 설명이 가능함	크고 복잡한 문제	문제에 한정된 해결안은 없음, 해결안에 의해 문 제 이해		설계자의 주관적 해석 필요
모든 문제는 다른 문제와 연관됨		문제에 모순이 있음	복잡하며 실세계의 자유도	해결안은 다른 문제의 일부
공식화나 해결안이 명확 히 테스트되지 않음				
해결안은 일회성으로 끝남				
모든 문제는 독특함	요구되는 정보의 수준과 자원이 다름			
자신의 행위에 책임을 져 야 함				

한편, 설계 문제의 구조에 대해 Dorst(2003)는 설계 문제를 합리적으로 정해진 구조로 기술한 분류에서 벗어나 설계자를 통해 인식되는 문제로서 상황에 기반한 것으로 바라봐야 한다고 주장하였다. 이는 Thomas와 Carroll(1979)이 설계 자체의 속성보다 설계자가 문제를 어떻게 인식하느냐에 따라 문제해결에 차이를 가져온다고 주장한 것과 관련이 있다. 이들은 설계 문제를 포함해서 여러 가지 문제를 해결하는 과정을 분석한 결과, 잘 정의된 문제도 비구조화된 것으로 인식한 문제 해결자는 비구조적 문제해결 접근 전략을 사용했다고 하여 문제해결 전략의 차이는 문제 해결자의 문제에 대한 인식에 의존한다고 하였다. 즉, 문제 해결자의 문제에 대한 인식이 문제의 속성에 우선한다는 것이다. 이는 설계자가 문제의 비구조성을 이해하고 문제를 해결하려는 접근을 취하는 과정에서 창의적 설계가 비롯됨을 보여준다.

다음은 설계 문제가 갖고 있는 특징에 의해 설계자들이 취하는 설계 과정에 대해 살펴보고자 한다.

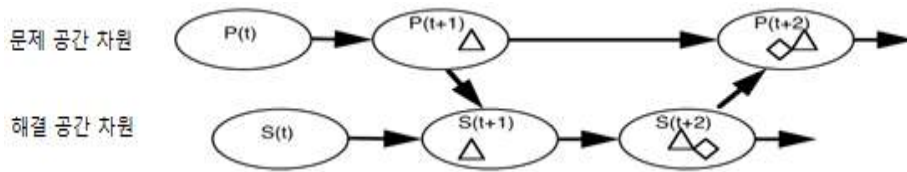
## (2) 창의적 설계 과정

박기용(2007a)에 따르면 설계 과정에 대한 연구는 실증주의 철학과 구성주의적 철학의 대비로 볼 수 있다. 설계를 합리적 문제해결 과정으로서 간주하는 실증주의 철학 기반의 연구는 설계자들의 행위와 사고를 분석적으로 연구하고 일반화할 수 있다는 믿음에 기초한다. 구성주의적 입장에서는 설계자가 마주하는 독특한 문제 해결 장면에서 그들이 내리는 의사결정으로서 설계를 기술할 수 있을 뿐, 일반화할 수 있지 않다는 입장을 갖고 있다.

설계 과정에 대한 이러한 두 가지 접근은 각기 다른 방식으로 시사점을 제공하고 있다. 설계 과정을 일반화할 수 있다는 입장에서의 연구는 설계자들의 사고와 행위를 과학적으로 분석하고 정리하여 복잡한 설계 문제 해결을 위한 체계적 접근에 대한 가능성을 높였다. 설계 장면에서 이루어지는 설계자의 사고와 행위의 강조는 설계 활동의 맥락의 중요성을 보여준다고 할 수 있다.

설계자들의 설계 과정에서 이루어지는 특징적인 사고와 활동들은 설계자들의 설계 활동과 사고 발화를 분석하여 모형화한 연구에서 확인할 수 있다. Lawson(2006)은 여러 분야의 설계자들을 대상으로 설계 과정을 분석한 결과, 다음과 같은 특징을 확인하였다고 하였다. 첫째, 끊임없이 반복적으로 이루어지는 과정이다. 설계 활동의 종료 시점은 설계자의 경험과 판단에 의존하며 설계 과정이 순환, 반복적으로 이루어진다. 둘째, 오류 없이 올바른 과정은 없다. 해결안은 문제에 대한 논리적 분석의 결과가 아니고 결과를 보장하는 방법의 순서도 없다. 설계자는 여러 가지 문제 상황에 맞게 설계 과정을 수정하며 문제를 해결한다. 셋째, 설계 과정은 문제를 해결하는 것뿐만 아니라 문제를 찾는 것도 포함한다. 문제와 해결안이 함께 발생하기 때문에 설계 과정이 진행되면서 문제와 해결안이 점차 명료해진다. 넷째, 설계는 주관적인 가치 판단을 필수적으로 포함한다. 가장 중요한 문제가 무엇인지, 어떤 해결안이 성공적으로 문제를 해결하는 과정에 도움이 될지에 대한 것은 설계자가 갖고 있는 가치와 관련되어 있다. 다섯째, 설계는 처방적 활동이다. 설계는 과학과 달리 처방적인 성격을 갖고 있으며 설계자는 미래를 그리고 창조하는 것에 관심이 있다. 마지막으로, 설계자는 행위가 필요한 맥락에서 설계 작업을 한다. 설계 과정의 전체적인 초점은 그것이 어떤 식으로든 환경을 변화시키는 행위로 귀결될 것이라는 것이다.

설계 과정의 순환, 반복성, 설계자의 설계 맥락에서의 의사결정, 해결안에 따른 문제 발생 등의 특징은 설계 문제와의 관련성을 보여준다. 특히, 문제와 해결안의 상호진화는 설계 과정의 핵심으로 제시되고 있다(Cross, 2000; Goel & Pirolli, 1992; Lawson, 1979; Wong & Siu, 2012). Dorst와 Cross(2001)는 산업 설계자들의 설계 활동을 분석하여, 설계 문제와 해결안이 독립적으로 존재하기보다, 문제와 해결안이 매칭 되면서 서로 영향을 주고받으며 진화 한다는 Maher, Poon과 Boulanger(1996)가 제시한 모형의 타당성을 증명하였다([그림 II -22] 참고).



[그림 II -22]문제와 해결 공간의 공진화(Dorst & Cross, 2001, p. 12)

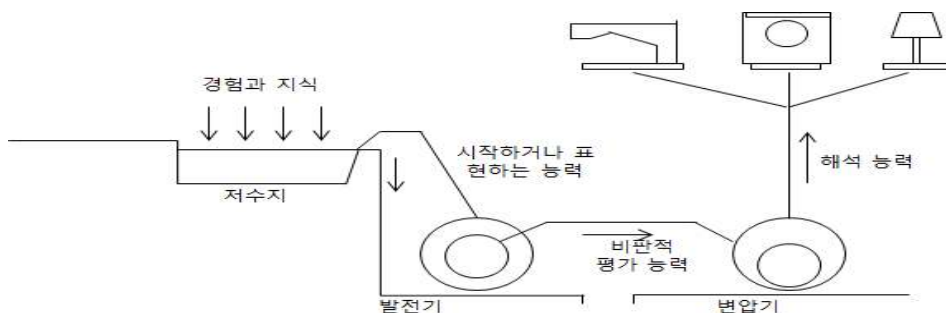
이들은 처음의 문제 공간은( $P(t)$ ) 하위 문제 공간( $P(t+1)$ )으로 분해되고 이에 따른 부분적 해결 공간( $S(t+1)$ )이 만들어지고 이것이 진보한 해결 공간 구조( $S(t+2)$ )와 문제 공간의 구조( $P(t+2)$ )로 이어진다고 하였다. Cross(2006)는 창의적 문제해결에서 일반적인 과정으로 인정받고 있는 Wallas(1926)의 창의적 문제해결의 4단계(준비-부화-조명-검증)에 의해 문제에서 해결안으로 갑자기 창의적으로 도약(creative leap)하는 것으로 설계에서의 창의성 발현을 설명하는 것은 설계자들이 자신의 사고 과정을 인식하지 못해서 설명하지 못한 결과일 뿐, 창의성의 발현은 문제 공간과 해결 공간 사이에 다리를 놓는 것으로 해석할 수 있다고 주장하였다. Lawson(2006)은 창의적 설계를 평행적 사고(parallel lines of thought)를 통해 많은 아이디어를 나타내는 것과 관련이 있다고 하여 해결안과 문제를 상호연결 짓는 것으로 정의하였다. 설계자들은 불완전한 정보만 제시된 상황에서 문제해결을 시도하며 이를 통해 해결안의 진보와 다양화를 가져온다는 것이다.

Goel과 Priolli(1989)는 정보처리 시스템 이론과 설계 문제의 특징을 적용 하여 문제 공간에서 이루어지는 설계 활동들을 설명하였다. 이들은 설계 문제는 크고 복잡성을 갖고 있으며 정보 처리 시스템의 계열적 특징으로 인해 한 번의 처리 과정으로 문제가 해결될 수 없다고 하였다. 설계자는 문제의 크기를 줄이기 위해 문제를 분해하여 하위 문제를 만들며, 분해 과정은 설계자의 경험에 의존하게 된다고 하였다. 문제와 관련된 정보들의 입력과 산출물을 설명하는 출력 사이는 설계해야 할 산출물의 기능적 정보들에 의해 중재되고 문제를 이해하고 해결하는 과정은 피드백 과정을 통해 순환, 반복적으로 이루어진다고 하였다. 설계의 개선은 해결안이 옳

고 그림으로 평가될 수 없기 때문에 기존의 해결안을 버리기보다 인지적 비용이 낮은 방향인, 개선하는 방향으로 이루어진다고 하였다. 그리고 사고의 언어화가 갖는 한계로 인해 다양한 상징 시스템을 사용하여 문제를 표상하고 해결안을 탐색한다고 하였다.

한편, 설계자의 사고를 외현화하고 일반화하기 위해 복잡한 설계 사고 과정과 활동을 단계화하고 모형으로 나타내는 시도가 있다(Cross, 2006; Lawson, 2006). Gero(1990)는 ‘공식화, 종합, 분석, 평가, 재공식화, 설계 명세서의 개발’로 절차 모형을 제안하였다. Cross(2000)는 ‘문제 탐색, 해결안 생성, 평가, 설계 결과의 전달’로 설계 행위를 설명하였다. 연구자들마다 용어의 차이가 있으나 ‘문제 확인, 정보 수집, 아이디어 생성, 해결안 선택, 해결안 표현’의 활동이 종합, 분석, 평가의 사고와 활동들로 이루어짐을 밝히고 있다.

설계 과정은 창의적 요소와 논리적 요소 모두를 포함하는 활동이다(Cross, 1984, 2006; Lawson, 2006). 정보처리 시스템에 근거한 설명은 설계 과정에서 설계자의 인지부담을 낮추고 창의적 사고를 도울 수 있는 전략의 필요성을 보여준다(Cross, 1984). 설계 과정에서 창의성 발현을 촉진하기 위한 방법으로 Laxton(1969)은 충분한 경험과 지식이 필요함을 주장하였다. 학생들이 창의적인 설계를 하기 위한 첫 단계로 경험과 지식이 쌓여야 아이디어를 표현하고 평가하여 창의적 산출물을 만들 수가 있다는 것을 수력 발전 모형에 비유하여 설명하였다([그림 II-23] 참고).



Benami와 Jin(2002)은 설계자들이 설계 과정에서 관련된 내용을 경험한 것에서 떠올리고, 이를 문제와 연관시키면서 언어와 시각적으로 표현하기 때문에 창의적 사고 기술을 적용하더라도 적절한 경험 없이는 아이디어 생성이 어렵다고 하였다. 창의성의 발현은 설계자의 경험과 지식이 바탕이 될 때 가능하다. Dorst와 Cross(2001)도 설계자들이 주어진 설계 문제를 고정적인 것으로 간주하지 않고 자신의 설계 환경과 자원, 능력, 목적에 따라 다르게 인식하며 경험에 기반한 참조체계를 사용하여 설계 문제를 바꾸며 문제를 구조화 한다고 하였다. 설계의 창의성은 문제, 상황, 자원, 개인적 목적에 영향을 받는다고 한 주장은 문제를 해결해야 할 상황에서 설계자를 둘러싼 환경의 중요성을 보여준다.

이러한 설계 과정의 특징은 설계자들의 설계 행위를 관찰, 분석한 연구들에서도 찾을 수 있다. 먼저, 설계자의 경험이 설계에 미치는 영향은 여러 연구들(Benami & Jin, 2002; Christiaans, 1992; Dorst & Cross, 2001; Lawson, 2006; Mentzer, 2011)을 통해서 드러나고 있다. 설계자 개인이 갖고 있는 가치와 주관성은 문제를 분해하고 문제의 우선순위를 정하는 등의 과정에서 적극적으로 개입한다. 경험이 많은 설계자와 초보 설계자를 비교한 Atman et al.(2007)은 문제를 구조화하고 관련 정보를 찾을 때 경험이 있는 설계자들이 수행을 더 잘한다고 보고하였다. 이를 보완하기 위한 방법으로 정보수집 과정에서 설계자의 경험을 확대할 수 있는 환경을 마련해야 한다(Cross, 2011).

또한, 설계자들은 시각적으로 해결안을 표상하는 활동을 한다. Kolodner와 Wills(1993)는 설계자들이 설계안을 만들 때 시각화하거나 구체화한다고 하였다. 설계 분야와 관계없이 설계자들은 그들의 사고를 글, 그림, 숫자, 다이어그램, 모형 등으로 표현한다(Cross, 2011; Lawson, 2006). 창의적 설계자들은 물건의 일상적 사용 용도에 사고가 제한되지 않고 다양한 목적으로 사물을 변형하여 생각하며(Kolodner & Wills, 1993), 설계 목적을 설계 사항으로 전환하지 못하는 상황에서는 목적을 이미지로 만들 수 있게 분해한다(Nagai & Noguchi, 2003).

이와 같은 설계 과정의 개별적 특징뿐만 아니라 설계자들이 설계하는





적 사고를 모두 필요로 한다.

한편, 이러한 설계 과정에서 설계자가 하는 사고와 행위를 설계 분야 외에 경영, 의학, IT 등에서 조직의 문제를 해결하는 방법으로서 활용하고 있다(Dorst, 2011). Kimbell(2011)은 여러 분야에서 적용되고 있는 설계 사고(design thinking)를 인지양식, 일반적 이론, 조직적 자원의 세 가지 관점으로 분류하고 정리하였다(<표 II-17> 참고).

<표 II-17> 설계 사고를 설명하는 다양한 관점(Kimbell, 2011, p. 297)

구분	일반적 이론으로서의 설계 사고	인지 양식으로서의 설계 사고	조직적 자원으로서의 설계 사고
관심 영역	• 영역으로서의 설계	• 개별 설계자, 전 문가	• 혁신을 필요로 하는 조직, 경영
설계 목적	• 해결이 어려운 문제 해결하기	• 문제 해결	• 혁신
핵심 개념	• 특정한 주제 없음	• 설계 능력은 지 능의 형태, 실행 중 반성, 유추적 사고	• 시각화, 프로토타 이핑, 공감, 통합 적 사고, 유추적 사고
설계 문제의 특징	• 난제	• 비구조화, 문제와 해결안의 공진화	• 설계 문제는 조 직의 문제
설계 전문성과 활동장소		• 전통적 설계 학 문	• 맥락 불문
연구자	Buchanan, 1992	Cross, 1982, 2006; Dorst, 2006; Lawson, 1997; Schön, 1983; Rowe, 1987	Bauer & Eagan, 2008; Brown, 2009; Dunne & Martin, 2006; Martin, 2009

Kimbell(2011)의 설계 사고 분류를 보면, 일반적 이론의 관점은 문제의 복잡성에 기인한 Buchanan(1992)의 난제 해결의 활동으로 구분하였다.

인지 양식으로 설계 사고를 설명하는 입장은 오랜 시간 동안 이루어진 설계 연구의 관점으로 볼 수 있으며, 조직에서의 설계 사고는 최근의 여러 분야에서 적용하고 있는 설계 사고와 관련이 있다. 인지 양식으로서의 설계 사고와 조직의 자원으로서의 설계 사고 모두 강조점이 조금 다를 뿐 설계 과정에서 이루어지는 방법이나 사고가 유사함을 보인다. 예컨대, 조직적 자원으로서의 설계 사고에서 강조하는 시각화, 프로토타이핑은 인지적 능력으로서의 설계 사고의 관점에서 논의되는 설계 활동에서도 강조되는 내용이다.

조직 혁신을 위한 방법으로 사용되고 있는 설계 사고는 이론적 체계성을 구축되기 보다는 현실의 문제를 해결하기 위한 방법론으로서 효과가 있음에서 주목받고 있는 현장에서의 실천적 지식이다(Johansson-Sköldberg, Woodilla, & Çetinkaya, 2013). Brown(2008)은 설계 사고를 ‘공감에 기초한 인간 중심의 활동으로 영감(Inspiration), 아이디어 상상(Ideation), 구현(Implementation)의 과정을 반복적으로 거치는 것’으로 설명하고 기업에서 이를 적용하여 문제를 해결한 사례를 보고하며 설계 사고가 창의적 문제해결에 미치는 효과를 주장하였다([그림 II-25] 참고).



[그림 II-25] d.school의 Design Thinking Process  
([https://dschool.stanford.edu/groups/k12/wiki/781c0/Design\\_Thinking\\_Processes.html](https://dschool.stanford.edu/groups/k12/wiki/781c0/Design_Thinking_Processes.html))

이의 연장선에서, Stanford 대학에서는 세계 최대의 디자인 회사인 IDEO와 연계하여 경영 대학의 과정으로 디자인 스쿨을 운영하며 설계 사고를 교육과정에 적용하고 있다. 이를 위한 방법으로 비구조화된 문제, 상호작용, 다양한 경험을 가진 인원으로 팀 구성, 확산적 사고와 수렴적 사고, 확장된 문제 공간의 이해, 문제와 해결안 사이의 끊임없는 반복, 많은

양의 아이디어 생성, 프로토타입을 만드는 과정에서 초기에 실패를 많이 경험하는 것을 강조하고 있다(Brown, 2008). 이러한 설계 과정에서 프로토타입의 제작은 기능하는 모형을 만들기 위한 목적이기 보다 영감을 얻고 아이디어의 장단점을 파악하여 수정의 방향성을 얻기 위한 것으로 필요한 시간만 소비해야 한다(Brown, 2009). 디자인 스쿨의 효과는 시간의 제한, 다른 관점에 대한 존중, 많은 아이디어 생성, 인간을 중심으로 한 문제의 구조화에서 기인한다.

### (3) 창의적 설계 산출물(products/outputs)

설계 산출물은 아이디어 같은 추상적인 것과 작품과 같은 구체적인 것으로 구분된다(Milgram, 1989, Casakin & Kreitler, 2010 재인용). 연구 분야에 따라서도 창의적 설계 산출물의 개념이 다르다. 예컨대, 심리학에서는 창의적 설계의 산출물을 개인이 생성한 하나의 아이디어로 간주하는 반면, 공학에서는 주로 팀 기반으로 한 가지 이상의 창의적 아이디어를 포함한 복잡한 제품 아이디어나 완성된 제품, 해결안으로 정의한다(Howard et al., 2008; Wong & Siu, 2012).

창의적 설계 산출물의 평가 가능 여부와 평가자 문제에 대해서도 연구자들의 입장은 다르다. Csikszentmihalyi(1999)는 창의성은 본질적으로 해당 영역의 지식을 갖춘 사람에게 평가받을 수 있다고 하는 반면, Vosburg(1998)는 창의성에 대한 보편적 기준이 있기 때문에 해당 영역의 전문가가 아니더라도 창의적인 설계 산출물을 구분할 수 있다고 주장하였다. Cropley와 Cropley(2008)에 따르면 이를 설계 문화를 가로지르는 ‘보편적 미(universal aesthetic)’라고 할 수 있다.

한편, Besemer(1998)는 기존의 창의성 관련 연구들을 분석, 종합하여 산출물의 창의성을 분석하는 기준으로 새로움(novelty), 해결성(resolution), 정교성 및 종합성(elaboration and synthesis)을 제안하였다(<표 II-18> 참고).

<표 II-18> 창의적 산출물의 평가 기준과 하위요소(Besemer, 1998)

기준 요소	하위 구성요소
새로움 (novelty)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 놀라움(surprising)</li> <li>• 독창성(originality)</li> </ul>
해결성 (resolution)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 논리성(logicalness)</li> <li>• 유용성(usefulness)</li> <li>• 가치(value)</li> <li>• 이해가능성(understandability)</li> </ul>
정교성과 종합성 (elaboration, synthesis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우아함(elegance)</li> <li>• 유기적 조직성(organic qualities)</li> <li>• 완성도(well-craftedness)</li> </ul>

새로움의 하위요소는 놀라움과 독창성으로, 산출물이 갖고 있는 개념적 새로움, 만드는 과정에서의 새로움, 다른 재료의 사용, 재료나 과정의 새로운 방식으로의 사용 등 다양한 측면에서의 새로움을 의미한다. Boden(1994)은 새로움의 기준을 두 가지로 구분하였다. 인류 역사상 처음인 것을 H-creativity로 명명하고 개인적 차원에서의 새로움을 P-creativity이라고 하였다. P-creativity는 개인이 새로운 방법으로 아이디어를 종합하고 산출물을 생성하는 것으로, 자신의 성찰을 통해 정당화할 수 있다. 심리학에서는 개인의 창의성에 초점을 두기 때문에 P-creativity를 중요한 관심사로 연구하는 반면, 공학에서는 특허, 발명과 관련이 깊기 때문에 H-creativity에 중점을 둔다(Howard et al., 2008).

해결성은 목적과 관련하여 산출물이 기대한 것을 충족하는가에 대한 기준으로, ‘논리성, 유용성, 가치, 이해 가능성’을 포함한다. 설계 해결안은 제시된 목적을 달성할 수 있는 수많은 방법 중의 하나이기 때문에 해결안의 적절성을 따져야 한다. 이는 문제의 특징과 관련된 산출물 평가 기준으로 볼 수 있다.

정교성과 종합성은 스타일과 관련된 것으로 ‘우아함과 유기적 조직성, 완성도’의 요소를 갖고 있다. 산출물의 외현적 구조가 창의성을 드러내는

데 관련되어 있음을 보여준다. Cropley와 Cropley(2010)는 ‘좋아 보인다’는 측면에서 우아함은 해결안의 가치를 더해준다고 하였다.

이러한 산출물의 창의성을 측정하는 기준으로서 ‘새로움, 해결성, 정교성과 조직성’은 산출물의 평가에서 동등한 수준으로 활용되지 않는다. Lawson(2006)은 설계자들이 그들의 산출물을 평가할 때, 산출물이 사용될 환경에서의 기능을 고려하면서 창의성을 평가한다고 하며, 일반적으로 창의성을 논할 때 독창성이 다루어지는 것처럼 설계 산출물을 평가할 때 독립적 요인으로 독창성이 적용되는 것에 대해 구분할 필요가 있다고 주장하였다. Cropley와 Cropley(2005, 2010)는 공학에서 이야기하는 창의적 설계와 예술에서 말하는 창의적 설계의 명확한 차이는 ‘기능’으로, 공학에서 추구하는 창의성을 기능적 창의성(functional creativity)이라고 명명하였다. 이들은 창의적 설계 결과물을 평가할 때, 먼저 목적에 부합하며 목적을 달성하는지(relevance and effectiveness)를 따져야 하며 그 뒤에 새로운 것인지(novelty)를 기준으로 봐야 한다고 하였다. 이와 함께 산출물의 평가 기준으로 우아함(elegance)과 일반화 가능성(generalizability)을 가치를 더 해주는 요소로 제안하였다. 이러한 ‘적절성’과 ‘새로움’은 창의적 설계 산출물로 공학에서 널리 받아들여지는 기준이다(Atkinson, 2000; Howard et al., 2008; Howard-Jones, 2002; Nagai & Noguchi, 2003). 적절성에 대한 측정은 설계 문제의 제한조건과 요구사항에 부합하면 적합한 것으로 볼 수 있으며 이는 정답의 의미가 아니라 좋거나 형편없음과 관련이 있다(Howard et al., 2008). 창의적 설계 산출물에 대한 공학 분야에서의 평가 기준은 Besemer(1998)의 것과 유사하나, 평가의 우선순위가 있음이 다른 점이라고 할 수 있다.

설계 산출물을 해석하는 또 다른 기준으로 Gero(1990)는 기능(function), 구조(structure), 행동(behavior)을 제시하였다. Gero의 FBS 틀은 공학 설계에서 산출물을 해석(예: Pahl & Beitz, 1996)하고 설계 과정 중에 기대할 수 있는 창의적 설계 산출물의 유형을 제안(예: Howard et al., 2008)하는데 사용되기도 하였다(<표 II-15> 참고).

이상의 창의적 설계의 구성요소에 대한 논의를 정리하면 <표 II-19>와 같다.

<표 II -19> 창의적 설계의 구성요소와 특징

설계 문제	창의적 설계 과정	창의적 설계 산출물
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비 정 형 적 (ill-defined), 비구조 화(ill-structured), 다루기 어려운 (wicked) 문제</li> <li>• 다양한 해결안 가능</li> <li>• 맥락 내에서 수용 가능한 해결안</li> <li>• 시의성</li> <li>• 설계자의 인식에 따른 문제 해석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해결안 초점 전략               <ul style="list-style-type: none"> <li>-문제와 해결안의 공진화(co-evolution)</li> <li>-귀추적(abductive) 추론</li> </ul> </li> <li>• 설계자의 지식, 경험에 의존</li> <li>-설계자의 주관적 관점 반영 의사결정</li> <li>• 분석, 종합, 평가의 반복적 과정</li> <li>-수렴적, 발산적 사고</li> <li>• 시각적 표상의 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계자의 상황에 따라 산출물 완성 여부 결정</li> <li>• 설계 영역에 따라 산출물 평가 기준 상이</li> <li>• 독창성, 적절성은 창의적 산출물의 일반적인 평가 기준</li> <li>• 가시적, 비가시적 산출물 유형</li> <li>• 산출물이 적용되는 맥락을 고려한 평가</li> </ul>

설계 문제의 비정형성, 비구조성은 설계 과정에서의 창의적 사고를 요구하며 문제의 복잡성으로 인해 설계자는 자신의 경험에 기초하여 문제를 분해하고 시각화하며 해결안을 생성한다. 설계자는 해결안을 도출하면서 문제에 대한 이해를 심화시키며 문제와 해결안이 같이 진화하는 형태로 문제를 해결한다. 창의적 사고를 통한 설계 과정은 창의적 설계 산출물로 귀결되며 독창성과 적절성은 보편적 기준이나 평가 기준의 우선순위나 강조점은 분야별로 상이하게 나타난다.

### 3. 초·중등 교육에서의 창의적 설계와 교수설계

창의적 설계의 교육적 효과와 학생들의 창의적 설계 활동에서의 특징, 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 시사점을 확인하기 위하여 초·중등 학생 대상의 설계 교육 프로그램과 설계 문제해결에 대한 연구를 검토하였다.

#### 가. 창의적 설계의 교육적 효과 및 교육 프로그램

설계 교육은 전문 직업인으로서 설계자를 양성하기 위한 목적으로 주로 고등교육에서 이루어져 설계자의 삶에 기초한 경험적 지식을 도제식으로 전수하는 형태에 의존하는 경향이 있다(Cross, 2006; Oxman, 2001). 이러한 설계 교육을 일반 초·중등 학생들에게 적용해야 할 이유로 Cross(2006)는 다음을 제시하였다. 첫째, 설계 문제는 비구조화된 것으로, 학생들이 마주할 일상 세계의 문제를 해결하는 접근 방법으로 교육될 필요가 있다. 둘째, 인지 발달을 도울 수 있다. Piaget의 인지발달이론과 Bruner의 인지적 표상이론에 근거하면 구체적, 영상적 양식과 설계 과정이 관련이 있다. 설계자는 사고를 시각적으로 표현하고 구현하기 때문이다. 또한, 설계 과정에서 요구되는 사고는 과학과 인문학에서 주로 사용하는 연역적, 귀납적 추론과 달리 귀추적 사고로, 구성적 사고를 하게 한다. 셋째, 의사소통 능력과 비발화적 사고의 기회를 제공한다. 설계 활동은 팀을 중심으로 이루어져 설계자들 간의 의사소통이 필수적이며 매체를 이용한 사고의 표현은 다양한 인지 도구의 활용에 도움이 된다.

또한 Resnick(1998)은 설계를 교육 전략으로 활용하는 것이 다음의 효과가 있다고 주장하였다. 첫째, 학습자 중심의 교수·학습 전략이다. 둘째, 학생들이 다양한 사고를 할 수 있도록 촉진한다. 셋째, 지식의 전이 차원에서 효과적이다. 학습한 개념과 원리를 적용하여 문제를 해결하기 때문이다. 넷째, 지식의 통합적 접근 방법으로서 효과적이다. 다섯째, 설계 활동

에서는 타인에 대한 사고를 해야 하기 때문에 인성 교육 측면에서도 바람직하다. 종합하면, 설계가 교과 통합의 방법으로 활용될 수 있으며 학습자 중심의 활동으로서 인지 발달과, 다양한 사고, 교과 학습, 인성 교육에 도움이 된다는 것이다.

이러한 설계의 교육적 효과에 주목하여 과학교육에서는 교수·학습 방법을 개선하기 위해 과학의 개념과 원리를 공학적 설계 활동을 통해 학습하는 설계 기반 과학(Design-Based Science)의 방법을 적용하였다(Fortus, Dersheimer, Krajcik, Marx, & Mamlok-Naaman, 2004). 과학수업에서 설계 산출물을 만드는 것은 학생들의 인지부하를 줄여주며(Wendell & Rogers, 2013), 동기부여에 도움이 된다(Kolodner et al., 2003). 또한, 설계 활동은 학습자의 흥미와 학습전이에 도움이 될 것으로 기대하고 있다(박범익, 박양숙, 2013; Doppelt, 2009; Fortus et al., 2005). 이러한 접근을 취한 몇 가지 프로그램들은 과학과 학업성취와 교과 태도, 흥미 향상에 도움이 되는 것으로 보고되고 있다. 예컨대, 대표적인 프로그램으로 Engineering for Children(Roth, 1996), Design-Based Modelling(Penner et al., 1998), Learning by Design(Kolodner et al., 2003)과 Engineering is Elementary(Cunningham, 2009)가 있다.

Roth(1996)는 어린이를 위한 공학(Engineering for Children)을 초등학교 4, 5학년 학생들에게 적용하고 설계 과정을 질적으로 분석한 결과, 팀으로 산출물을 만드는 활동이 학생들의 사고를 촉진하고 서로간의 의사소통에 도움이 됨을 밝혔다. 재료, 도구, 인공물(artifacts)의 조작은 설계의 한 부분으로, 학생들의 문제에 대한 이해와 의사소통에 영향을 미치는 요소임을 확인하였다. 학생들의 설계 경험은 이후 설계의 문제해결 전략으로 활용되었으며 학생들은 비구조화된 문제 해결에 대해 자신감을 보였다고 하였다. 설계 활동에서 교사는 학생들의 성찰을 돕기 위한 적절한 발문을 하며 조력자의 역할을 하는 것이 필요하다고 하였다.

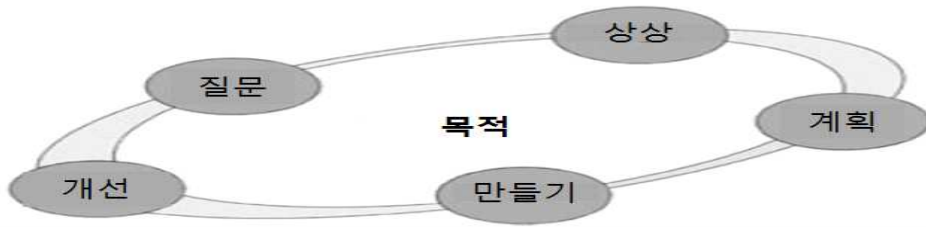
설계 기반 모델링(design-based modelling)(Penner et al., 1998)은 ‘설계하기, 만들기, 테스트, 평가’의 과정에서 과학의 개념과 원리를 학습하도록 구성되었다. 이 프로그램은 학생들이 수학적 자료를 과학적 원리의



이해와 표현을 위한 방법으로 활용하도록 교사가 적절하게 지원할 것을 요구한다.

설계에 의한 학습(Learning by Design)은 과학교과에서 가장 많이 사용된 설계 기반의 과학교육 방법이다(권혁수, 박경숙, 2009). Kolodner et al.(2003)은 공학의 설계와 과학의 탐구를 구분하여 설계와 재설계, 조사와 탐구를 나누어 두 개의 학습 과정으로 프로그램을 구성하고 중학교 과학 수업에서 문제기반학습과 사례기반 추론을 적용한 설계에 의한 학습 수업을 진행한 결과 학생들의 내용 지식과 과학 탐구, 협동능력 등에서 도움이 됐다고 하였다. 이들은 설계를 물리적 산출물을 만들어내는 활동으로 규정하고 학생들이 목적에 맞는 기능을 갖춘 물체나 시스템을 만들어내는 과제를 수행하도록 하였다. 프로그램 적용에 있어 학생들간의 상호작용과 의사소통이 잘 이루어질 수 있도록 협력적 학급 문화를 만들 것과 설계 과정을 글이나 그림으로 남기는 것의 중요성을 언급하였다.

마지막으로, Cunningham(2009)은 공학은 기초(Engineering is Elementary)라는 프로그램을 개발하였다. 그는 공학 설계 기반의 과학교육은 다음의 사항을 중심으로 해야 한다고 하였다. 설계 문제는 공학자의 역할을 보여줄 수 있어야 하며, 프로젝트는 실제 맥락에 기반하고 공학자의 역할 모델은 인종과 능력에 있어 다양해야 하며, 양적으로 과제 평가, 실패를 필수로 설계 수정을 강조, 점진적 단계, 학습자원의 친숙도는 고려하지 않으며 학습자 참여 중심의 체험 활동이 포함되어야 한다. 이러한 모든 활동은 문제해결 능력 향상에 기여할 수 있어야 한다. 교육과정은 공학 이야기로 단원을 시작하여 공학 영역을 개관하고 공학 설계를 위한 과학 지식을 학습한 후 공학 설계 과제를 해결하는 4단계의 형태를 갖도록 구성되었다. 학습한 지식은 이후 설계 과제를 해결하는데 도움이 되는 것으로, 설계 과정은 '질문(Ask)-상상(Imagine)-계획(Plan)-만들기(Create)-개선(Improve)'의 순환적 과정으로 구성되었다([그림 II-26] 참고).



[그림 II-26] 초등학생을 위한 공학 설계 과정(Cunningham, 2009)

활동은 문제를 정의하고 제약조건들을 확인하는 질문(ask)에서 시작하여 아이디어를 브레인스토밍하고 그 가운데 가장 좋은 것을 선택하는 상상(imagine), 다이어그램을 그리고 자료를 수집하는 계획(plan), 계획을 실행하고 테스트하는 만들기(create), 마지막으로, 가능한 개선점을 논의하고 앞의 단계를 반복하는 개선(improve)으로 이루어진다(Cunningham & Hester, 2007, DiFrancesca et al., 2014에서 재인용).

Cunningham(2009)은 EiE 프로그램을 활용한 결과, 어린 학생도 복잡한 공학 사고를 기대 이상으로 할 수 있음을 확인하였고 맥락화된 설계 과제는 학습자의 동기를 유발하였으며 학생들은 설계 과제에 몰입했다고 하였다. Hegedus(2014)도 이 프로그램이 과학수업에서 창의성을 높이고 윤리적 사항을 고려하게 하는데 효과적으로 활용되었다고 하였다.

한편, 공학 교육 연구자들은 과학 교육에서의 설계의 활용이 과학 학습 목표를 강조한 형태로 이루어지며(Schunn, 2011), 공학 설계에 대해 가르치지 않은 것을 한계점으로 지적하고 있다(Wendell & Rogers, 2013). 학생들이 설계 과정을 엄격히 따라야 하는 것은 아니나 가르칠 필요성은 있다는 것이다(최유현, 1998; Welch & Lim, 2000). 이러한 측면을 고려하여 Wendell과 Rogers(2013)는 공학 설계 기반의 과학 교육과정을 개발하였다. 이들은 교육과정 개발에 있어 다음의 원리들을 적용하였다(<표 II-20> 참고).

<표 II -20> LEGO를 활용한 공학설계 기반 과학 교육과정 설계 원리  
(Wendell & Rogers, 2013)

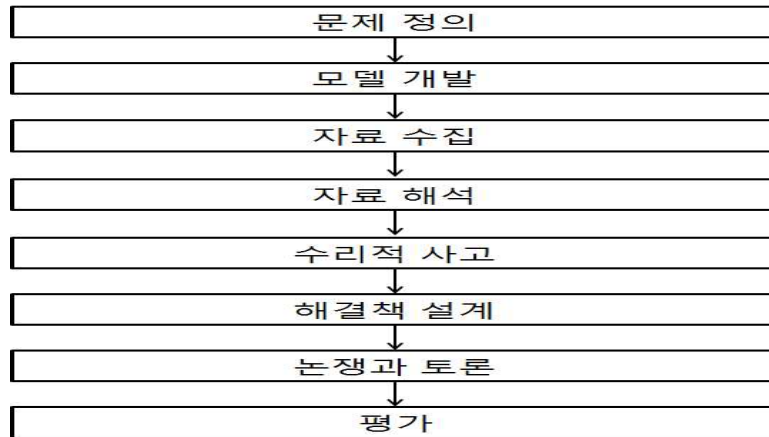
설계 원리	내용
자료를 먼저 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 단원이 시작하기 전에 산출물 구성을 위한 재료의 사용법을 먼저 학습</li> </ul>
과제는 두 번째 설계 연구과정에서 과학 탐구	<ul style="list-style-type: none"> <li>공학설계 과제를 소개하는 것으로 과학 단원 시작</li> <li>설계 과제를 해결하는 산출물 개발의 계획, 만들기, 테스트의 과정에서 과학적 탐구 적용</li> </ul>
작 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>공학 과제와 과학 탐구를 하는 동안 두 명이 같이 활동</li> </ul>
학생들이 만드는 표상	<ul style="list-style-type: none"> <li>적고, 그리고, 말하면서 학생들이 설계와 탐구 과정에서 그들의 사고를 표상하도록 촉진</li> </ul>
도구로서의 언어	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학적 담화의 사용을 독려</li> </ul>
재료에 대한 사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>LEGO를 사용한 모델 구축에 있어 강점과 약점을 분석하도록 제시</li> </ul>

공학설계 과정은 공학자의 설계 과정을 적용하여 ‘문제 찾기’, ‘가능한 해 탐구’, ‘최상의 해결안 선택’, ‘프로토타입 개발’, ‘프로토타입 테스트’로 제안하였다.

과학과 공학 설계를 통합하여 이루어진 위와 같은 프로그램들은 공학의 설계 방법을 과학의 지식을 학습하는 목적으로 활용하였다면 과학교육의 탐구 방법과 공학에서의 설계 방법을 통합한 교육적 접근도 있다. 그 예로, Burghardt와 Hacker(2004)는 설계 기반 학습의 방법으로 ‘제한조건과 요구사항 확인-연구와 조사-대안적 설계 생성-최적의 해결안 선택과 정당화-프로토타입 개발-테스트 및 평가-재설계-성과 발표’의 순환적 과정으로 이루어진 Informed Design을 제안하였다. 학생들은 사전 지식과 조사를 통해 설계 해결 방법에 접근하며 설계의 수행을 향상시키기 위해 수학과 과학 지식에 의존한다. 이때, 자료는 학생들에게 익숙하고 쉬운 것들을 사용하며 학생 중심의 협동적 작업으로 활동이 이루어진다. 산출물의 개선을 위한 순환적 과정을 사용한다.

또, National Research Council(2011)에서는 과학과 공학을 통합한 설계 모형을 제안하였다([그림 II -27] 참고). 이 모형에 따르면, 학생들은

먼저, 문제를 인식하거나 정의한 후 문제해결에 필요한 모형을 개발하고 문제해결을 위한 계획에 따라 자료를 수집하고 해석하며 수리적으로 사고하여 해결책을 설계하거나 설명을 구성하고 토론하여 해결안을 평가하도록 하고 있다.



[그림 II -27] 과학과 공학의 통합 설계 모형(NRC, 2011)

백종호, 정대홍, 조영환(2016)은 과학의 논변활동을 중심으로 설계 활동을 통합하는 교수설계 모형을 개발하여 학생들의 과학적 개념 학습과 융합적 문제해결에 효과가 있음을 보고하였다. 이러한 과학 교육과 설계의 통합적 노력이 지속적으로 이루어지고 있지만 Fortus et al.(2004)은 설계 기반의 교수는 교사들이 ‘어떻게’에 대한 질문을 다루기 때문에 쉽지 않은 수업이 될 것이라고 하였다. 교사들은 STEM 교육의 설계 활동에서 학생들의 창의성을 제한하지 않으면서 활동을 지원할 수 있는 적절한 방법과 충분한 체험활동의 실행, 모델링 지원에 대한 안내를 받기 원하고 있다 (Bamberger & Cahill, 2013).

## 나. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계

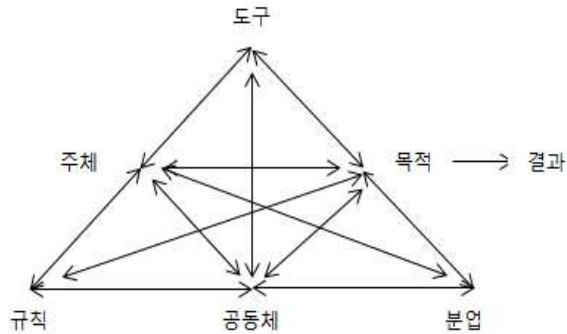
본 연구에서는 창의적 설계를 학생들이 수업에서 하는 활동으로서 교사가 수업을 계획하고 구성해야 하는 설계 대상으로 하였다. 활동을 교수설계하는 것의 이론적 틀로서 활동이론(Activity Theory)을 살펴보고 창의적 설계의 특징을 갖고 있는 공학적 설계와 기술, 공학적 설계 문제를 적용한 초·중등 학생 대상의 문제해결 과정 연구를 검토하였다.

### (1) 교수설계 대상으로서 활동

수업을 설계할 때 학습내용을 중심으로 활동을 구성한 것과 다르게 창의적 설계 활동의 교수설계는 학생들의 설계 활동을 위한 교과 내용을 선정하고 구성하게 된다. 활동을 수업의 설계 대상으로 하는 것과 관련하여 활동의 구성요소를 체계적으로 제시하고 있는 활동이론을 확인할 필요가 있다.

활동이론은 Vygotsky의 사회적 구성주의에 바탕을 두고 있으며 Leont'ev와 Engestrom에 의해 발달, 확대 되었다(임철일, 2012). 활동이론에서 학습은 활동을 통한 결과이며 활동은 주체와 목적, 주체와 목적을 매개하는 도구로 구성되며(Vygotsky, 1978) 활동은 행위(action), 조작(operation)과 위계적 구조를 가진다(Leont'ev, 1978).

Engestrom은 Vygotsky와 Leont'ev의 논의를 확대하여 활동체계를 제시하였다. Engestrom(1987)의 활동체계 모형([그림 II-28] 참고)은 다양한 분야에서 인간의 의식과 활동을 분석하는 과정에서 활용되고 있다(임철일, 2012).



[그림 II -28] Engestrom(1987)의 활동체계 모형

Engestrom(1987)의 활동체계 모형은 주체(개인이나 집단), 목적(주체가 활동하는 대상), 도구(활동을 위한 매개체), 규칙(구성원의 행동과 상호작용에 대한 규칙), 공동체(같은 목적으로 주체와 같이 활동에 참여하는 상위 집단), 분업(목적을 위한 구성원 간의 역할 분담)과 이를 통한 결과로 구성되어 있으며 이들 요소간의 상호작용을 통해 활동이 이루어짐을 보여 준다. 활동이론이 수업의 학습활동을 설계하기 위한 방법을 제시한 것은 아니나 활동의 연속성과 학습을 매개하는 도구의 역할, 활동과 관련된 요소의 확인에는 시사점을 제공한다는 점에서 의미가 있다.

## (2) 창의적 설계 활동의 교수설계

### (가) 설계 문제

교육활동에서 문제는 학습 안내, 시험, 원리나 개념을 설명하기 위한 예시 자료, 내용을 이해시키기 위한 용도, 학습자의 활동을 위한 목적 등으로 사용된다(Cunningham & Duffy, 1996). 문제는 문제의 속성에 따라 다양한 유형으로 분류될 수 있으며 각각의 속성에 따라 문제해결의 접근 방법도 달라진다(김태훈, 2005; Jonassen, 2004). 문제 유형에 따라 학습자가 문제를 표상하고 해결하는 과정이 다른 교수자가 학습자의 문제해결 경험을 어떻게 설계할 것인가의 문제 설계와 관련이 있다. 잘 설계된 문제는 학습자의 고차적 사고능력을 향상시키며(신인선, 김시명, 2006;

Weiss, 2003), 문제가 학습자의 수준과 흥미에 맞지 않을 경우 학생들의 수업에 대한 이해와 만족도가 떨어진다(신행자, 손준익, 임영도, 김종욱, 2009; 조대희, 2001).

초등학생들의 창의적 설계를 위한 설계 문제의 개발은 고등교육 맥락과 차이가 있다. 고등교육의 창의설계 교과목의 설계 문제는 현장에서 발생하는 실제적 문제를 교수자가 제공하거나 학생들이 주변에서 문제를 발견하는 형태로 제시된다(강보선, 김영철, 류동일, 2014; 김대식, 박성균, 유철증, 2010; 장용철, 2010). 초·중등 교육과정에서 설계 활동을 위한 문제는 제시되고 있지 않아 설계 과제의 개발은 교사들의 실천에 의지하고 있다(문대영, 2009; Denson, 2011).

설계 활동을 적용한 연구들을 통해 설계 문제의 개발을 위한 시사점을 살펴볼 수 있다. 과학교과와 공학적 설계를 통합하여 가르친 설계기반 교육 프로그램에서 개발한 설계 문제는 다음과 같은 특징을 보인다(<표 II-21> 참고).

공통적으로 실세계의, 학생들과 관련이 있는, 비구조화된 문제를 중심으로 하고 있으며 과학교과의 내용이 적용되는 문제로, 산출물을 제작하는 것을 포함하고 있다. 테스트를 통해 제작한 산출물을 반복적으로 수정하며 테스트할 때의 성공여부는 제약조건에 의해 명확히 구분된다. 초·중등교육에서 적용된 설계 문제는 실생활의 문제로, 과학의 개념과 원리를 적용하여 산출물을 제작하고 성공여부를 테스트할 수 있는 특징을 갖고 있다.

문제를 개발하는 방법은 교사들의 문제 설계 절차로 확인할 수 있다. 이소이(2011)는 통합적 STEM 교육을 위한 기술적 문제의 개발 방법으로 단위 분석과 STEM 영역에 대한 통찰을 바탕으로 설계/혁신 영역, 발명영역, 개발영역, 곤란처치영역의 기술적 문제 가운데 선정하도록 하였다. 강경균과 최유현(2011)은 기술교사의 기술적 문제를 설계하는 과정이 '설정(문제영역 탐색, 문제 내용 선정)-구성(문제 목표 구체화, 효율적 재료 탐색)-실행(아이디어 실현)-정교화(평가 활동 전략화, 학습자 포트폴리오 제작)'의 과정으로 이루어짐을 밝혔다. 설계 문제를 개발하는 과정은 교사의 전문적 지식이 반영됨을 확인할 수 있다.

<표 II-21> 설계기반 교육 문제의 사례

출처 구분	Roth (1996)	Fortus et al. (2005)	Cunningham (2009)	Sadler et al. (2010)	McKnight (2012)	Wendell & Rogers (2013)
학습자 관련, 실세계, 개방형 문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>실세계 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실세계 문제</li> <li>비정형성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개방형</li> <li>공학자, 공학과 관련한 실세계 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실세계 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제 생활 문제</li> <li>학생 상황</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>학생 생활 관련</li> <li>다양한 해</li> </ul>
교육과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 종류의 지식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학</li> <li>공학분야</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학개념</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>교육과정 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>특정 과학 개념 이해</li> </ul>
만들기 테스트	<ul style="list-style-type: none"> <li>기능 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>만들기</li> <li>테스트</li> <li>제약조건</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기능 요구</li> <li>질적, 양적 측정으로 평가 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>만들기</li> <li>테스트 필수</li> <li>제약조건들</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실체가 있는 시제품이나 모형 제작</li> </ul>
예	<ul style="list-style-type: none"> <li>타워 만들기</li> <li>팔 모형 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>극한 지역의 구조물 설계</li> <li>환경을 위한 배터리 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정수기 설계하기</li> <li>풍차 설계하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2차원 트러스 교량 만들기</li> <li>풍력 터빈 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물 모으기 기계 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>악기 만들기</li> <li>집 모형 만들기</li> </ul>



한편, 창의적 설계 활동을 위한 문제는 학습자의 창의적 사고를 촉진하기 위한 구조화가 필요하다(Denson, 2011). 문제의 구조화 정도에 따라 학습자가 활용하는 지식, 적용한 원리, 외부 자원을 활용하는 폭이 다르며(Venville et al., 2004) 제시하는 정보의 특성은 창의적 아이디어 생성을 위한 자극으로서 중요한 역할을 한다(Howard, Culley, & Dekoninck, 2006). 예술 분야의 창의적 설계에서는 참신함, 모호함, 의미, 창발, 불일치, 다양성과 같은 특성이 효과적인 자극제로 작용하나 공학에서는 의미와의 관련성이 창의적 아이디어 생성을 자극한다(Benami & Jin, 2002). 공학에서는 특정한 목적을 만족시키는 것이 중요하기 때문이다. 공학 설계 문제는 제시된 정보에서 설계자가 구체적 의미를 획득하지 못하기 때문에 정보를 탐색하여 다양한 아이디어를 만들어낼 수 있는 발산적 특성이 있어야 한다(조대희, 2001).

이상의 내용을 종합하면, 초·중등 학생들을 위한 창의적 설계 문제는 창의적 사고와 제작 활동의 필요성을 충족해야 한다. 이를 위해 실세계 문제, 학생들의 흥미와 경험, 제약조건의 충족을 통한 성공여부 확인의 요소를 포함시켜야 한다.

#### (나) 창의적 설계 과정

창의적 설계는 설계 과정에서 창의적 사고가 발현된 것(Wong & Siu, 2012)으로, 설계 과정과 설계 과정에서 창의적 사고를 촉진하기 위한 교수전략을 검토하였다.

설계 과정은 문제와 해결안 공간 사이를 ‘분석, 종합, 평가’하는 활동을 통해 이루어진다(Lawson, 2006). 설계 과정이 선형적이지 않으며 복잡하고 반복적인 성격을 가지고 있으나 설계 과정을 단계로 구분하여 단순화하여 제시하는 것은 초보 설계자와 학생들의 이해를 높일 수 있다는 점에서 의미가 있다(Howard et al., 2008).

공학 설계 과정은 연구자들마다 다양하게 제시되었다(<표 II-22> 참고).

<표 II -22> 공학설계 과정

출처 단계	Cross (2000)	Dym & Little(2004)	Howard et al.(2008)	김대식 외(2010)	김기수 외(2013)
문제 확인 및 정의	문제 탐색	문제 정의	필요발견 과제분석	과제 만나기  문제 정의	문제와 필요 확인하기  기준과 제한 조건 확인하기
아이 디어 생성 해결안 선택	해결안 생성	개념 설계	개념설계	아이디어 창출	가능한 해결책 찾기 최선의 해결책 선택
모델 제작 및 수정		사전 설계		공학설계 프로토타입 제작	모델제작 시험과 해결책 평가
발표 및 평가	평가	상세 설계	상세설계	발표	해결책에 대한 의사소통 재설계 및 설계 수정하기
	설계 전달	최종 설계			

Cross(2000)는 총 4단계로 ‘문제 탐색, 해결안 생성, 평가, 설계 전달’로 설계 과정을 제안하였다. 공학자의 설계 결과는 설계를 의뢰한 사람이나 기술을 가지고 구현할 전문가에게 전달될 필요를 반영한 것이 설계 전달로 제시되었음을 확인할 수 있다.

Dym과 Little(2004)은 공학 설계 문제 해결 과정에서 각 단계별로 필수적으로 이루어져야 하는 과정들을 소개하였다. ‘문제 정의’에서는 고객 진술에서부터 목적을 명확히 하고 사용자 요구사항, 제한조건, 요소 리스트를 작성하여 제품 기능을 확립하는 것을 포함한다. ‘개념 설계’에서는

설계 요건들을 정립하고 대안들을 생성, ‘사전 설계’에서는 설계 모형을 만들고 형태적 차트나 결정 매트릭스를 만들어서 개념설계 내용을 시험하고 평가한다. ‘상세 설계’에서는 선택한 설계를 정교화하고 최적화하며 ‘최종 설계’에서는 왜 그 설계안인지 정당화하고 사양 설명을 문서화하고 전달하는 것을 강조하였다.

Howard et al.(2008)은 기존의 연구자들이 제안한 공학설계 과정을 ‘필요 발견, 과제 분석, 개념 설계, 구체 설계, 상세 설계’로 구분하였다. ‘필요 발견’은 문제 인식의 활동으로 문제 해결의 필요성을 확인하는 과정이며 ‘과제 분석’은 문제 분석, 공식화, 문제 정의에 대한 내용을 대표하는 단계로 설명하였다. ‘개념 설계’는 아이디어 생성, 평가의 활동으로, ‘구체 설계’는 개발 및 테스트, ‘상세 설계’는 설계 내용을 구체화하고 테스트하는 것으로 제시하였다. 김대식 외(2010)는 ‘과제 만나기, 문제정의, 아이디어 창출, 공학설계, 프로토타입 제작, 발표’의 단계로 구분하였다. ‘과제 만나기’는 실제로 공학설계가 시작되기 전에 해결할 과제를 대략적으로 이해하는 단계로, 해결해야 할 것이 무엇인지 파악한다. ‘문제정의’ 단계는 발산적, 수렴적 사고기법을 활용하며 문제의 본질을 찾는 활동이며 ‘아이디어 창출’ 과정에서는 아이디어를 생각하고 이를 평가하면서 최적의 아이디어를 선택한다. ‘공학설계’ 단계에서는 해결안을 시각화하고 구현에 필요한 재료를 계획하는 등 실행과 관련한 계획서를 작성한다. 계획한 내용을 적용하여 ‘프로토타입을 만드는 제작’ 과정을 거쳐 ‘발표’ 단계에서는 최종 내용을 알리는 활동을 한다.

이상의 설계 과정은 설계자들의 설계 활동을 드러내고 고등교육 기관에서 활용되는 것이라면 김기수 외(2013)는 초·중등 학생을 위한 공학설계 과정을 제시하였다. 이들은 초·중등 교육에서 공학 설계를 도입할 때 가능한 설계 과정을 8단계로 구분하고 순환적으로 이루어지는 과정임을 원형의 형태로 표현하였다. 실제 설계 맥락에서는 최종 설계 명세서를 발표하는 것으로 마무리 되나 초·중등 교육에서는 설계 과정의 발표로 활동이 정리되는 차이를 갖고 있다. 초·중등 교육에서의 발표는 학생들의 문제해결 과정에 대한 성찰과 이 과정에서 의사결정한 사항들에 대한 내용으로 설

게 활동에서 중요하게 다루어져야 한다(신행자 외, 2009; Kelley et al., 2010; Schunn, 2011). 또한, 고등교육에서 사용되는 용어와 단계 제시와 비교할 때, 공학 설계가 생소할 학습자와 교수자를 고려하였으며 공학적 설계의 특징으로 제한조건, 최적화, 모델링, 평가를 강조하여 나타낸 것이 특징적이라고 할 수 있다.

이와 같이 연구자들마다 용어를 다르게 표현하고 구분한 단계들이 다양하지만 문제를 확인하고 정의하는 활동과 정보를 수집하고 아이디어를 생성, 여러 가지 대안들 가운데 해결안을 선택하여 프로토타입을 만들고 지속적인 평가 과정을 통해 수정하며 최종 해결안을 발표하는 것은 공통적이다. 즉 설계 활동은 ‘문제 확인 및 정의, 아이디어 생성, 해결안 선택, 모델 제작, 발표 및 평가’의 요소를 포함한다. 이러한 설계 과정은 엄격하게 따라야 할 것으로 이해하기보다 각각의 과정에서 요구되는 핵심 활동을 학생들이 실행할 수 있도록 교육하는 것이 중요하다(Benami & Jin, 2002; Welch & Lim, 2000; Wendell & Rogers, 2013).

이러한 설계 과정에서 창의적 사고를 촉진하기 위한 방법으로 창의적 사고기법의 활용과 시각화 방법을 고려할 수 있다. 창의적 사고기법은 설계 과정에서 발산적, 수렴적 사고를 할 수 있도록 창의적 사고 기법을 사용하도록 안내한다(최유현, 2003; 홍기철, 2012). 문제를 확인하고 아이디어를 내는 과정에서는 발산적 사고 기법을 사용하여 창의적인 아이디어를 많이 생성하는 것이 중요하다. 다양한 아이디어를 수렴하여 해결안에 가장 적절하며 독창적인 해결안을 생성하는 과정에서는 수렴적 사고 기법을 적용할 수 있다. 발산적 사고를 촉진하기 위한 사고 기법은 브레인스토밍, 브레인라이팅, 시네틱스 등이 있고 수렴적 사고를 위한 기법은 하이라이팅, PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등의 방법이 있다(김영채, 전현선, 박권생, 2002). 발산적 사고를 위한 방법은 많은 양의 아이디어를 낼 수 있도록 생각나는 것을 모두 표현하도록 하는 것이 핵심이며 수렴적 사고는 여러 가지 아이디어 가운데 가장 적절한 아이디어를 선택하는 활동으로 이루어진다(김영채, 2014). 창의적 사고를 위한 기법은 활동의 성격과 환경, 학습자의 수준을 고려하여 적절한 방법을 선택적으로 사용하면

된다. 여러 가지 기법 가운데 간단한 창의적 사고기법의 예를 들면 브레인 스토밍과 하이라이팅 방법이 있다. 브레인스토밍은 절차가 간단하고 사용하기에 쉬워 창의적 사고 훈련에 많이 활용되고 있다(전경원, 1997). 정해진 시간에 많은 양의 아이디어를 표현하면 되며 효과적인 브레인스토밍을 위해서는 판단유보와 어떤 아이디어도 수용될 것, 많은 양의 아이디어 생성, 결합과 개선의 방법을 사용한다는 규칙을 지켜야 한다(Osborn, 1953, 전경원, 1997 재인용). 하이라이팅 방법은 여러 가지 아이디어 가운데 적절한 것에 히트 표시를 하고 히트 표시가 많이 된 아이디어를 모아 핫스팟으로 분류한 후 가장 적절한 해결책을 찾는 과정으로 이루어진다(김영채, 2014). 수렴적 사고를 위해 지켜야 할 규칙은 긍정적 판단, 신중함과 명백함, 독창성과 적절성 고려, 목적 지향이 있다(Treffinger, Isaksen & Stead-Dorval, 2006).

설계 과정에서 시각화는 여러 가지 아이디어를 스케치, 구상도, 제작도 등의 평면이나 입체인 모형으로 표현하는 것으로 문제해결에 요구되는 인지적 부담을 낮추고 문제의 이해를 용이하게 하며 설계자의 아이디어를 구체화하고 의사소통을 돕는 효과가 있다(나일주, 성은모, 박소영, 2010; 정진현, 2009). 박지아와 최준섭(2015)은 설계 과정에서 적용할 수 있는 시각도구로 ‘상상, 스케치, 구상도, 제작도, 모형, 프레젠테이션 도구’를 설계 단계별로 제안하였다.

한편, 이론적으로 제시된 설계 과정을 학교 현장에 적용할 때 학생들의 문제해결 특징을 고려해야 한다(김진섭, 2010; 유재영, 최준섭, 2012; Johnsey, 1995). 초·중등 학생들의 기술적 문제해결과정과 창의적 문제해결의 과정에 대한 연구를 통해 학생들의 설계 활동의 특징을 확인할 수 있다. 학생들의 문제해결 특징은 다음과 같다.

첫째, 문제를 탐색하는 시간이 적고 문제를 확인한 후 조작활동에 바로 들어가는 경향이 있다. 학생들은 문제가 주어지면 문제를 이해하려 노력한 후 해결안을 생성하기 보다는 경험에 기반하여 만들기 활동에 돌입하며 무언가 만드는 것에 시간을 가장 많이 소요한다(김진섭, 2010; 김태훈, 2005; 송현순, 정성봉, 2000; Welch, 1996; Welch & Lim, 2000). 설계

아이디어를 개인의 경험에 기초하여 만드는 것은 전문 설계자도 동일하나, 문제를 파악하지 않고 해결안을 만들어 문제 해결에 실패하는 확률이 높다(Benami, & Jin, 2002).

둘째, 초기에 떠올린 해결안에서 크게 벗어나지 못한다. 전문 설계자들의 설계에서도 나타나는 특징으로, Cross(2011)는 설계자들이 문제해결 과정에서 난관에 부딪혔을 때, 새롭게 문제를 인식하고 해결안을 만들어 내려 하기보다 초기 아이디어에 집착한다고 하였다. 이는 설계자가 해결안의 문제를 확인했을 때, 기존의 해결안을 버리기보다 인지적 비용이 낮은 개선의 방향을 취한다고 한 Goel과 Priolli(1989)의 연구의 연장선에서 이해할 수 있다.

셋째, 반복적 평가 작업으로 순환적 과정을 거친다. 학생들의 설계 과정은 단계가 상호작용적으로 불규칙적인 형태를 보인다(김진섭, 2010). 주어진 문제의 해결 방안을 생각하고 그에 대해 평가하면서 시도하고 문제가 발생하면 다시 해결안을 구안하고 적용하는 형태로 설계 사고와 평가의 과정을 거치며 설계를 지속적으로 한다(송현순, 2001; Welch & Lim, 2000).

넷째, 모델링 활동이 해결안 생성에 중요한 영향을 미친다. 시각화는 문제 이해에 도움이 되기 때문에 설계자들은 다양한 양식을 활용하여 그들의 사고를 시각적으로 표현한다(Benami & Jin, 2002; Cross, 2011; Lawson, 2006; Kolodner & Wills, 1993). 초등학생들은 그림이나 글로 자신의 생각을 표현하기보다는 제시된 재료를 활용하여 아이디어의 실현 가능성을 타진하는 모습을 보인다(송현순, 정성봉, 2000; 송현순, 2001; Welch & Lim, 2000). 산출물은 그 자체가 목적이면서 만드는 과정에서 놓여진 상태가 학생들이 의사소통하고 상호작용하게 만든다(Roth, 1996).

다섯째, 모델링과 프로토타입이 통합된 형태로 나타난다. Welch와 Lim(2000)은 학생들이 해결안을 적용하여 산출물을 개발하는 과정에서 최종 제품을 만든다고 하였다. 모델링과 산출물 개발이 별개의 것이 아닌 모델링 활동이 만들기 과정의 하나로 활용되고 있다.

여섯째, 해결안 평가에 어려움을 보인다. 적합한 기준을 가지고 아이디

어를 평가하고 상대방을 설득하면서 해결안을 선택하는 과정이 미흡하게 이루어지며(김미숙, 최상덕, 김경은, 2013), 설계 결과물의 평가 방법도 정확히 이해하지 못하여 자신의 산출물을 평가하지 못한다(송현순, 2001).

일곱째, 문제해결에 실패하는 원인이 다양하다. 초등학생들의 문제해결 과정에서 실패의 원인은 문제의 원인 분석이 잘못되거나 해결방안을 적절하게 내지 못한 경우, 산출물 제작 과정에서 기능이 부족하여 잘못 만드는 경우이다(김미희, 송현순, 2009).

이러한 학생들의 문제해결 특징은 교사들이 학생들의 창의적 설계 과정을 지원하기 위해 고려할 점을 보여준다. 첫째, 문제를 탐색할 수 있는 충분한 기회를 제공해야 한다. 문제를 확인하고 정보와 지식을 종합하여 조작하고 새로운 아이디어를 생성하고 창조하는 것이 창의적 능력으로(Boden, 2004), 문제를 충분히 탐색하고 해결안을 생성하는 활동이 성공적인 문제 해결을 돕는다(송현순, 정성봉, 2000). 이는 초보와 전문가의 차이로 전문가는 문제를 이해하려는 시간이 많은 반면, 초보자들은 즉각적으로 해결안을 생성하는 모습을 보인다(Chi, Glaser, & Farr, 2014). 창의적 결과물은 아이디어의 생성 단계에서 나타나며(Howard et al., 2008), 많은 양의 아이디어를 만드는 것이 창의적 설계로 이어지는 방법이다(Benami & Jin, 2002).

둘째, 학생들이 경험과 지식을 활용할 수 있도록 지원해야 한다. 아이디어의 생성은 기존 아이디어의 종합을 통해 생성된다(Amabile, 1983). Kolodner와 Wills(1993)는 창의적 설계 과정에서 설계자들은 이전 설계 경험에 의존하므로 이를 뒷받침 할 수 있는 환경의 필요성을 주장하였다. 초등학생들은 활용할 수 있는 경험이 제한적이라는 점에서 이를 지원할 수 있는 환경을 마련해 주어야 한다. 또한 문제와 관련된 지식의 습득과 활용을 위해 학생들이 문제와 관련된 정보를 수집하고 해결안을 구성할 수 있도록 안내해야 한다(Fortus, Krajcik, Dersheimer, Marx, & Mamlok-Naaman, 2005; Mentzer, 2011).

셋째, 시각적으로 사고할 수 있도록 재료를 제공해야 한다. 설계 활동은 고차적 사고를 요구하기 때문에 설계자에게 의미 있는 상황과 맥락에

서 구체적 자료와 시각적 이미지가 도움이 된다(Middleton, 2005). 학생들이 해결안을 만들 때 모델링 활동이 중요한 영향을 미친다는 점에서도 이를 위한 재료를 고려해야 한다(Kolodner & Wills, 1993).

넷째, 평가의 방법과 기준을 제시해야 한다. 평가는 기능, 다양성, 결과를 기준으로, 실험, 테스트, 시각화, 시뮬레이션과 같은 것을 사용하면서 대안을 정교화하고 문제와 해결안을 개선하는데 핵심적이다(Kolodner & Wills, 1993). 평가의 방법과 기준을 제시하여 효과적으로 평가할 수 있도록 해야 한다. 창의적인 산출물 지표나 루브릭의 사용(Eisenkraft, 2011; Scott, Leritz, & Mumford, 2004), 산출물의 테스트를 통한 평가(Sadler, Coyle, & Schwartz, 2000)를 고려할 수 있다.

다섯째, 실패의 경우에 대한 대비가 필요하다. 문제가 발생했을 경우에 문제의 원인이 해결안 자체, 제작 과정에서의 기능 부족 등의 원인을 파악하고 해결할 수 있도록 안내해야 한다. 또, 학생들이 문제해결에 실패할 경우, 수정하며 지속적으로 문제해결을 하려는 태도는 내적 동기와 흥미, 자기주도성과 관련이 있어(김진섭, 2010; Gero & Maher, 2013) 내적 동기를 높이기 위한 교사의 전략이 요구된다(서예원, 2007).

여섯째, 문제해결과 창의적 사고 방법을 가르쳐야 한다. 창의적 사고와 문제를 바라보는 태도는 훈련을 통해 교육 대상이나 교육 상황과 관련 없이 모두 높아질 수 있다(김미숙 외, 2013; 최유현, 2003; Cropley & Cropley, 2010; Huang, 2005; Scott et al., 2004).

마지막으로, 성찰을 강조해야 한다. 학생들이 무언가를 만들면서 많은 시간을 보내기 때문에 손만 바쁜 활동이 되지 않기 위해서는 학습자가 성찰할 수 있도록 안내하는 것이 중요하다(임철일, 김성욱, 최소영, 김선희, 2013; Fortus et al., 2004).

### (3) 창의적 설계 산출물

설계 교육의 목적은 창의성 발현에 있다(박기용, 2007a; Cropley & Cropley, 2010; Wong & Siu, 2012). 창의적 설계 산출물은 창의적 사고 과정과 관련이 있으며 산출물의 평가는 창의성에 바탕을 둘 수 있다. 여러



가지 창의적 설계 산출물의 기준 가운데 산출물의 정교성과 종합성은 초등 학생의 기능적 발달 수준과 학교 환경에서 제공할 수 있는 재료와 도구의 한계를 고려할 때 평가 기준으로 적절하지 않다. 최종 산출물에 대한 평가는 설계 문제의 목적에 부합하는지와 관련된 적절성과, 이전에 생각하지 못했던 새로운 아이디어인가의 개인적 독창성을 기준으로 할 수 있다.

### III. 연구 방법

#### 1. 설계·개발 연구

본 연구는 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리와 상세지침을 개발하는 것을 목적으로 하였다.

교수설계 원리의 개발은 설계·개발연구(Design and Development Research)방법에 기초하였다. 개발 연구(Developmental Research)로도 불리는 설계·개발연구는 교수적·비교수적 산출물 및 도구, 모형의 개발과 관련된 설계, 개발, 평가에 대한 연구이다(Richey & Klein, 2007). 설계·개발연구의 유형은 크게 두 가지로 맥락 특수적 산출물 및 도구를 개발하는 것과 일반화할 수 있는 모형의 개발과 타당화, 모형 사용에 대한 연구로 나눌 수 있다(Richey & Klein, 2007).

모형의 개발과 관련된 연구뿐만 아니라 원리의 개발도 개발 연구의 한 형태로(Richey, Klein, & Nelson, 2004), 본 연구에서는 모형 개발 연구의 방법을 적용하였다. 일반화할 수 있는 모형을 개발하는 것과 같은 맥락으로 초등학생들의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리도 초등교사들이 일반적으로 사용할 수 있는 것을 목적으로 한다. 모형 연구는 모형 개발에 대한 연구, 개발한 모형의 타당화, 모형의 사용에 대한 연구로 구분될 수 있으나(Richey & Klein, 2007) 연구 수행이 각각 독립적으로 이루어져야 한다는 것을 의미하지는 않으며 모형을 개발한 후 그 타당성을 입증하는 것까지 연구의 범위에 포함시키는 것이 일반적이다(Gustafson & Branch, 2002; Richey & Klein, 2007). 본 연구에서도 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리를 개발한 후 원리의 타당성을 검토하는 것을 연구의 범위에 포함하였다.

설계·개발연구는 연구목적을 달성하기 위해 다양한 방법을 적용한다(임철일, 2012; Richey, Klein, & Nelson, 2004; Richey & Klein, 2007). 대부분의 설계·개발연구는 전문가 검토, 인터뷰, 관찰, 사례연구 등의 질적

연구방법과 설문조사, 실험과 같은 양적 접근 방법을 다중적으로 활용한다 (Richey & Klein, 2007). 본 연구에서도 전문가 검토, 전문가 및 학습자 인터뷰, 수업관찰의 질적 접근과 검사지를 이용하는 양적 방법을 사용하였다.

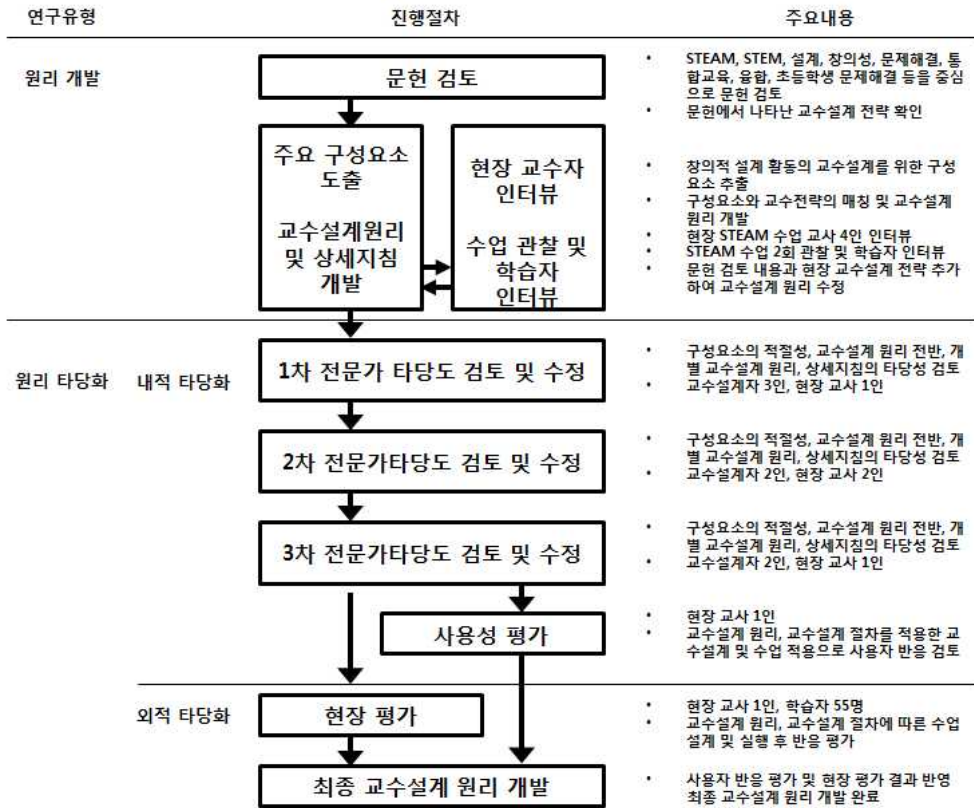
Richey(2005)에 따르면, 모형의 타당성은 내적 타당화와 외적 타당화의 방법을 통해 확보할 수 있다. 내적 타당화는 전문가 검토, 사용성 평가, 구성요소 탐색의 방법을 사용할 수 있고 외적 타당화는 현장평가와 통제된 검증을 통해 검토할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 내적 타당화로 전문가 검토와 사용성 평가를 실시하고 외적 타당화를 위해 검사지와 인터뷰, 수업 관찰의 방법을 적용하였다.

위와 같은 설계·개발 연구 방법에 기초하여 본 연구에서 적용한 방법을 요약하면 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 연구의 범위 및 연구 방법

Richey & Klein(2007)의 모형 연구 방법		본 연구의 적용 연구 방법	
모형 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모형 개발</li> <li>• 모형 구성요소 개발</li> </ul>	⇒	원리 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교수설계 원리 개발</li> <li>• 선행문헌 검토</li> <li>• 교사, 학습자 면담</li> <li>• 수업 관찰</li> </ul>
모형 타당화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모형 구성요소의 내적 타당화(전문가 검토, 사용성 평가 등)</li> <li>• 모형의 영향에 대한 외적 타당화</li> </ul>	⇒	원리의 타당화 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전문가 타당도 검토</li> <li>• 교수설계 전문가 및 내용전문가 3차</li> <li>• 사용성 평가</li> <li>• 교사와 학생 반응</li> <li>• 반응 및 효과 평가</li> <li>• 교수자 반응</li> <li>• 학습자 효과 검토 및 반응</li> </ul>

연구 목적 달성을 위한 연구과정은 크게 두 가지로, 교수설계 원리의 개발과 교수설계 원리를 적용한 수업에서의 교사와 학습자의 반응 평가의 과정을 거쳤다([그림 Ⅲ-1] 참고).



[그림 III-1] 연구절차 및 내용

교수설계 원리를 개발한 과정은 두 가지로 1) 선행문헌 고찰과 교사 인터뷰 및 수업관찰을 통한 교수설계 원리의 개발, 2) 개발한 교수설계 원리의 전문가 검토로 나눌 수 있다. 초기 교수설계 원리의 개발은 문헌고찰과 문헌에 나타나지 않은 교수설계 원리의 확인을 위해 현장 교수자의 교수설계에 대한 인터뷰와 수업관찰의 방법을 병행하였다. 개발한 교수설계 원리는 교수설계자와 STEAM 교육을 연구하거나 실행한 경험이 있는 전문가들에게 타당화를 받아 수정되었다. 또한 현장 교수자에게 개발한 교수설계 원리를 적용하여 수업을 계획하고 실행하도록 하여 교수설계 원리의 내적 타당성을 확인하였다. 외적 타당화로는 교수설계 원리를 적용한 수업을 통한 교사와 학습자의 반응을 인터뷰, 수업 관찰로 확인하고 학습자의

STEAM 수업에 대한 만족도 검사지로 효과를 확인하였다. 외적 타당화 결과를 반영하여 교수설계 원리를 수정하고 최종 교수설계 원리를 개발하였다.

## 2. 교수설계 원리 개발

교수설계 이론은 선행문헌, 실제 사례, 경험, 직관, 논리 등을 통해 개발할 수 있다(Reigeluth, 1983). 교수설계 원리를 개발한 선행문헌들을 검토해 보면 일반적으로 선행문헌을 검토하고 분석하여 설계의 변인과 구성요소를 찾고 변인들의 관계를 도출하여 원리와 상세지침을 개발한다(예: 박태정, 2015; 연은경, 2013; 홍미영, 2012). 여기에 사례를 분석하거나(예: 변현정, 2011) 전문가 면담을 추가하여(예: 박소화, 2012) 현장의 맥락을 반영하여 교수설계 원리를 개발하기도 한다. 본 연구에서는 선행문헌 검토와 함께 교사와 학생 면담, 수업 관찰의 방법을 적용하여 교수설계 원리를 개발하였다.

### 가. 선행문헌 고찰

초등 STEAM 교육에서 창의적 설계 활동의 교수설계를 위한 원리를 개발하기 위하여 선행연구를 검토하고 교수전략을 확인하였다. 선행문헌은 Fink(2013)의 문헌분석 방법에 기초하여 연구와 관련된 키워드를 도출하고 Riss, Eric, EBSCO, Google Scholar의 연구 데이터베이스를 활용하여 수집하였다. 자료 검토의 범위는 Hart(2001)가 제안한 권위, 영향력, 관련성을 준거로 학술대회 발표문, 도서, 연구보고서, 박사학위논문, 학술지로 제한하였다. 내용을 파악하는 것을 시작으로 검색 주제를 좁혀 가면서 관련 연구들을 분석하였다.

분석 대상은 연구주제인 ‘융합인재교육(STEAM Education)’, ‘창의적 설계 활동’을 중심으로 하였으며, 각각의 주제로 선행 연구를 검토하는 과

정에서 관련된 연구 주제로 ‘통합교육(Integrated Curriculum Design)’, ‘STEM 교육(Science, Technology, Engineering, Mathematics education)’, ‘통합적 STEM 교육(Integrated STEM education)’, ‘설계 기반 학습(Learning by Design)’의 내용을 함께 확인하였다.

창의적 설계는 ‘창의성’과 ‘설계’와 관련된 연구로, ‘창의적 설계(Creative Design)’부터 ‘창의성(Creativity)’, ‘설계(Design)’, ‘설계 사고(Design Thinking)’, ‘창의적 문제해결(Creative Problem Solving)’, ‘문제기반학습(Problem Based Learning)’, ‘초등학생의 문제해결(Young Children’s Problem Solving)’, ‘공학설계(Engineering Design)’, ‘기술 설계(Technology Design)’로 검색의 범위를 확대하고 관련 문헌을 검토하였다. 또한 창의적 문제해결의 향상을 위한 교육적 접근인 창의적 문제해결, 문제기반학습에서 이루어진 문제 설계와 교수설계 원리, 전략들을 분석하였다.

초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계와 관련된 선행문헌의 내용을 엑셀 프로그램을 활용하여 정리한 후 주제별로 재분류하였다. 유사한 내용을 중심으로 선행연구의 내용을 조직화하고 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 구성요소를 도출하였다. 구성요소를 중심으로 선행연구에서 확인한 교수설계 전략을 매칭시키고 이에 기초하여 초기 교수설계 원리의 초안을 개발하였다.

선행연구에서 도출한 시사점은 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 검토한 선행연구 영역 및 시사점

관련 연구	시사점 도출
STEAM 교육 STEM 교육 융합인재	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STEAM 교육의 교수설계 원리</li> <li>• STEAM 수업의 구성요소</li> <li>• STEM 교육의 교수설계 원리</li> <li>• 융합인재의 특성</li> </ul>
통합교육과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통합 교과 설계 원리</li> </ul>
설계기반 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계기반의 교수설계 원리</li> </ul>

관련 연구	시사점 도출
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계 과정</li> </ul>
창의적 설계 기술·공학 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의적 설계의 개념과 속성</li> <li>• 창의적 설계 과정</li> </ul>
문제기반학습 창의적 문제해결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 설계 원리</li> <li>• 창의적 문제해결 지원 전략</li> <li>• 초등학생의 창의적 문제해결 특징</li> </ul>

선행연구에서 확인한 시사점은 다음과 같다. 미국의 STEM 교육에 대한 연구를 검토하여 초·중등 STEM 교육에서의 교수설계 전략을 확인하였다. 국내 STEAM 교육 연구를 검토하여 STEAM 수업의 교수설계 전략과 적용의 문제점 등을 분석하고 초등학교에서 적용되고 있는 교수설계 원리와 필요한 교수설계 지원 사항을 확인하였다. 또, 국내에서는 STEAM 교육이 융합인재교육으로 명명되기 때문에 융합의 의미와 융합인재에 대한 문헌을 참고하여 STEAM 교육에서의 융합과 융합인재의 특징을 검토하였다. 통합교육과정에 대한 연구에서는 STEAM 교육을 위한 교과 통합과 관련된 교수설계 지침들을 확인하였다.

설계 활동을 중심으로 교과를 통합한 설계기반 학습에 대한 선행연구를 통해 설계 활동을 위한 교수설계 전략과 적용된 설계 과정을 도출하였다. 창의적 설계에 대한 선행연구에서 일반 설계와 다른 창의적 설계의 특징을 확인하고 공학·기술적 설계를 중심으로 창의적 설계의 영역 특수적 특징과 교수전략을 분석하였다.

설계 문제와 같이 비구조화된 문제를 중심으로 문제해결 활동을 하는 문제기반학습과 창의적 문제해결학습에 대한 연구를 검토하여 문제 설계, 창의적 문제해결력 향상을 위한 교수전략들을 정리하였다. 초등학생들의 문제해결에 대한 선행연구에서는 초등학습자와 초등학교 맥락을 고려한 교수설계 내용을 도출하였다.

## 나. 교사 인터뷰 및 수업 관찰

선행문헌을 통해 도출한 STEAM 교육에서의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리와 함께 교사들의 교수설계 실천 내용을 분석하여 초기 교수설계 원리를 개발하였다. Reigeluth(1983)에 따르면 선행문헌을 분석하는 것뿐만 아니라, 경험, 직관, 실제의 모습을 반영하여 설계 원리를 개발할 수 있다. 교사와 학습자 인터뷰 및 수업관찰의 실행은 교사들의 교수설계 실제와 경험을 반영하기 위한 것으로 여러 해 동안 STEAM 수업을 하면서 체득한 창의적 설계 활동을 위한 효과적인 교수설계 전략을 분석하기 위한 목적을 가지고 있다.

연구 참여 대상자의 섭외 기준은 연구자가 접근할 수 있는 거리와 STEAM 교육을 초기부터 실행했을 때의 기간을 고려하여 STEAM 교육을 3년 이상 시행한 서울과 경기 지역의 초등교사로 한정하였다. STEAM 교육의 전문성을 갖추었는지에 대해서는 STEAM 교육을 위한 교사 연수의 최고 단계인 심화 연수를 이수하고 STEAM 교육 연구와 수업을 지속적으로 수행했는지, STEAM 교육 연수의 강사로 활동한 경력이 있는지를 기준으로 정하였다. 학술지와 STEAM 교육 연구 발표 자료, STEAM 교육연구회를 검색하여 이에 적합한 전문가를 찾았으며 이메일로 연구의 목적과 인터뷰 방향, 질문 내용에 대해 밝히고 연구 참여 동의를 요청하였다. 참여에 동의한 교사들에게 서울대학교 연구심의 위원회(Institutional Review Board)에서 심의 받은(IRB No. 1402/002-007) 연구 참여 동의서를 제시하고 구체적인 일정을 정하여 해당 교사가 근무하는 학교를 방문하여 면담을 실시하였다. 인터뷰는 1시간에서 1시간 30분 정도 하였으며, ‘창의적 설계 활동을 위한 교수설계 방법’, ‘창의적 설계 활동의 교수설계 시 고려하는 점’, ‘창의적 설계 활동의 교수설계 시 어려운 점’, ‘창의적 설계 활동의 목적에 가장 부합하는 예’를 중심으로 반구조화된 면담을 하였다. 면담 내용은 교사의 동의를 얻어 녹음하였으며 녹음한 것을 전사하여 분석하였다. 또한, 선행 연구에서 도출한 상세지침을 교사들에게 제시하고 교수설계할 때 강조하는 사항과 초등교육환경에서 적용하기 어



려운 것에 대해 표시를 하도록 하였다.

인터뷰에 참여하거나 수업을 공개한 교사의 정보는 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 인터뷰한 현장 STEAM 수업 전문가 경력

전문가	직책	교육 경력	STEAM 교육 경력	학력	STEAM 관련 연구	인터뷰 일시
A	교사	13	4	박사 과정	STEAM 교육 연수 강사, STEAM 연구회, STEAM 프로그램 개발	2014. 3. 7
B	교사	30	4	박사	STEAM 연구회 자료 개발, STEAM 연구회	2014. 3. 20
C	교사	15	4	박사	STEAM 효과성, 프로그램 개발 연구, outreach 프로그램 개발, STEAM 교육 컨설팅	2014. 3. 31
D	수석 교사	33	4	석사	한국과학창의재단 STEAM 연구회 자료 개발, STEAM 교육 적용 수업 개발, STEAM 교육 컨설팅	2014. 5. 29

A 교사는 한국과학창의재단과 한국교육개발원의 STEAM 교육 프로그램 개발에 참여하였으며 STEAM 심화연수에서 교사들의 수업설계를 도와주는 코치 역할을 하였다. 공학 중심의 STEAM 수업과 인문영역 중심의 STEAM 수업 프로그램을 개발하는 등 여러 교과를 중심으로 STEAM 수업을 실시하였다. B 교사는 한국과학창의재단의 연구회 창단 초기부터 STEAM 연구회를 구성하고 학년에서 활용할 수 있는 프로그램을 개발하고 적용하였다. 또한, 학교 특색 사업으로 STEAM 수업을 실시하는 학교에서 창의적 체험활동 시간에 전체 학년의 STEAM 수업을 총괄, 진행하고 있었다. C 교사는 컴퓨터 교육을 전공하였으며 STEAM 수업에서 컴퓨터 소프트웨어 프로그램이나 전자기기를 활용하는 수업을 중점적으로 하고 있었다. D 교사는 수석교사로 1학년부터 6학년까지 주제 중심의

STEAM 수업을 하고 있었다.

전문가 인터뷰 후에는 인터뷰에 참여한 교사 가운데 수업 공개에 동의한 두 명의 교사가 하는 STEAM 수업을 관찰하였다. 수업관찰과 학생 인터뷰에 대한 내용은 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 관찰한 수업 정보

교사	주제	학 년	인터뷰 학생 수	수업관찰 일시
D	옷감의 시대적 변화를 확인하고 미래의 옷감 디자인하기	5	2	2014. 6. 5
C	스크래치 프로그램을 활용한 물의 변화 표현하기	4	4	2014. 6. 12

학생 인터뷰는 수업관찰 전 해당 반의 학생들에게 연구 참여 동의서를 배포하고 동의한 학생들 가운데 담임 교사의 협조를 얻어 수업 후에 실시하였다. 수업관찰은 교사의 창의적 설계 활동 안내와 학습자의 반응, 학습자의 창의적 설계 활동 모습을 확인하는 것에 초점을 두었다. 수업을 관찰하면서 학습자의 반응을 구체적으로 확인하기 위한 질문을 추가적으로 작성하였고 수업 후 학습자와의 인터뷰에 활용하였다. 질문은 ‘STEAM 수업을 하면서 가장 좋았던 점’, ‘수업에서 어려웠던 점’, ‘창의적 설계 활동을 할 때 시간이 가장 많이 소요된 활동’, ‘수업을 재미있게 할 수 있는 활동’ 등에 대한 내용으로 반구조화된 면담을 하였다. 인터뷰 내용은 학생들의 동의를 얻어 녹음하고 녹음된 내용은 전사하였다.

학습자와의 인터뷰 후에는 교사와 인터뷰를 진행하였다. 질문은 ‘해당 수업에서의 창의적 설계 활동의 목적’, ‘수업 계획과 실행에 있어 다르게 진행된 것과 이유’, ‘창의적 설계 활동을 교수설계하면서 중점을 두었던 것과 실행 결과’, ‘창의적 설계 활동의 교수설계 방법’ 등을 중심으로 하였다. 교사와 학습자 인터뷰, 수업관찰의 내용을 정리하고 선행연구의 내용과 종합하여 초기 교수설계 원리를 개발하였다.

### 3. 교수설계 원리의 타당화

교수설계 원리의 타당성을 검토하기 위하여 내적 타당화와 외적 타당화를 진행하였다. 내적 타당화의 방법으로 전문가 검토와 사용성 평가를 실시하였으며 외적 타당화를 위해 교수설계 원리를 적용하여 교사가 수업을 설계하고 실행한 후 교수자와 학습자의 반응을 검토하는 방법을 사용하였다.

#### 가. 전문가 검토

교수설계 원리의 타당성을 확보하기 위하여 3회의 전문가 검토를 실시하였다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

##### (1) 연구 참여자

연구내용을 검토할 전문가는 다양한 분야에서 선정하는 것이 중요하다 (Davis, 1992). 이를 위해, STEAM 교육이나 STEM 교육을 초·중등 교육에 적용하는 연구를 수행한 연구자와 교육공학 박사 가운데 공학교육의 창의설계에 대한 연구를 한 교수설계자, 초등 교사 중 STEAM 수업을 3년 이상 지속적으로 실시하고 있거나 STEAM 수업 컨설턴트로 활동하고 있는 교사로 전문가의 기준을 정하였다. 검토를 의뢰할 전문가 명단은 학술지에 게재된 논문과 서울시 교육청에 등록된 STEAM 교육 컨설팅 교사들의 명단, 교육공학 박사 커뮤니티를 통해 확보하였다. 이들에게 메일 또는 전화로 전문가 검토를 의뢰하였으며 연구에 참여한 전문가 정보는 <표 III-5>와 같다.

<표 III-5> 연구 참여 전문가 정보 및 참여 단계

구분 전 문 가	직업	경 력 (년)	STEAM 관 련 경 력	학 력	STEAM 교육 관련 수행 연구	참여 단계		
						1 차	2 차	3 차
E	조교수	10	4	박사	창의 설계, 비구조 문제해결	✓	✓	
F	객원교수	8	5	박사	공학설계, 창의적 사고, 융합교육	✓	✓	
G	교수	17	8	박사	기술/공업 교육, STEAM 교육	✓		
H	교수	24	12	박사	기계공학 로봇분야, 창의재단 STEAM 기초연구 수행, STEAM 연구	✓		
I	교사	30	6	석사	STEAM 수업, STEAM 연수 강사, STEAM 프로그램 개발	✓		
J	조교수	10	6	박사	교육공학, 공학교육(미래융합교육원 조교수)		✓	✓
K	초빙교수	8	5	박사	교육공학, CPS, 공학교육(공대 창의성 증진 환경 설계)			✓
L	교사	21	3	석사	STEAM 교육 심화과정 연수 이수 STEAM 교육 컨설턴트		✓	
M	교사	11	3	석사	초등과학, 영재교육, STEAM 교육			✓

검토를 의뢰할 전문가는 검토 차수에 따라 중복하여 선정하거나 새로운 전문가를 섭외하는 방법을 사용하였다. 이는 고정된 전문가에게 타당화를 계속 받을 경우 제시한 내용만 반영하여 수정하는 것에 그칠 수 있다는 점을 고려한 것이다.

## (2) 연구도구

타당화 검사를 위해 자료집과 질문지를 활용하였다. 전문가가 타당화를

하기 위해 확인해야 할 사항들을 자료집으로 안내하였다. 자료집의 내용은 연구의 필요성, 연구문제, 교수설계 원리 개발 과정과 교수설계 원리와 상세지침에 대한 것으로 구성하였다. 질문지는 개발과정, 교수설계 원리 전반, 상세지침에 대한 질문을 포함하였다([부록 1] 참고). 타당화를 위한 질문지는 연은경(2013), 김선희(2014), 박태정(2015)의 내용을 바탕으로 하였으며 타당화 검토 문항은 4점 척도로 하였다. 각각의 교수설계 원리에 대해 점수 표시와 함께 전문가가 추가 의견을 작성할 수 있도록 하여 수정 사항을 확보하였다.

### (3) 연구진행 절차 및 자료 분석 방법

연구 참여에 동의한 전문가들에게 이메일로 자료집과 질문지를 함께 전송하였다. 전문가의 상황에 따라 전화, 이메일, 면대면으로 전문가의 의견을 수집하였다.

검토 의견을 확인한 후 전문가가 체크한 질문지의 점수를 종합하여 Rubio, Berg-Weger, Tebb, Lee와 Rauch(2003)가 제안한 내용 타당도 지수(Content Validity Index, CVI)와 평가자간 일치도 지수(Inter-Rater Agreement, IRA)를 계산하였다. 내용 타당도 지수(CVI)는 항목별로 전문가들이 일치하는 정도를 알려주는 것으로, 일반적으로 .80 이상이면 타당하다고 해석한다(Rubio et al., 2003). 4점 척도의 평정에서는 ‘매우 그렇다’의 4점과 ‘그렇다’의 3점인 경우 긍정적인 것으로, ‘그렇지 않다’와 ‘매우 그렇지 않다’의 2점과 1점은 부정적인 평가로 구분하여 분석한다.

평가자간 일치도 지수(IRA)는 전문가들의 평가에 대한 신뢰도를 결정하는 것으로 .80 이상이면 신뢰할 수 있는 것으로 해석한다. 평가자들이 동일하게 평가한 항목수를 전체 항목수로 나누어 계산한다. 예컨대, 하나의 교수설계 원리의 상세지침을 구성하는 문항수가 4개이며 CVI 값이 1인 문항이 2개라면, 전체 문항은 교수설계 원리를 포함하여 5개가 되고 IRA는 2/5로 계산하여 0.4로 표시된다. CVI와 IRA에 근거하여 수정할 교수설계 원리를 확인하고 전문가들이 추가로 제시한 의견을 포함하여 교수설계 원리를 수정하였다.

## 나. 사용성 평가

### (1) 연구 참여자

사용성 평가 참여 교사는 STEAM 교육에 대해 기초적인 연수를 이수하였으나 수업은 실행한 적이 없는 교사 가운데 선정하였다. STEAM 수업의 경험이 없는 교사에게 사용성 평가를 실시한 것은 현장의 교사들이 개발된 교수설계 원리를 이해하고 사용할 수 있는지를 확인하기 위한 목적을 갖고 있다.

사용성 평가에 참여한 교사 P는 초등학교 3학년 담임교사로 STEAM 교육 연수를 받았으나 STEAM 수업을 실행한 경험은 없으며 STEAM 수업을 만들기가 강조되는 수업으로 인식하고 있었다. 수업에 참여한 학생들도 3년간 STEAM 교육을 명시적으로 받은 적이 없었다. 평가 참여자 정보와 수업 일시는 <표 III-6>과 같다.

<표 III-6> 사용성 평가 참여자 정보 및 수업 일시

평가 참여자	교육 경력	대상	수업 차시	수업 일시
P 교사	10	3학년 1개반 (연구 참여 동의 4명)	5	2015. 2. 9 ~ 2015. 2. 11

### (2) 사용성 평가 절차

#### ① 절차모형의 선정

STEAM 교육을 위한 수업 과정안을 작성하기 위하여 기존의 ISD 모형 가운데 초등 맥락을 반영한 임철일 외(2010)의 교수설계 절차 모형을 수정하여 사용하였다([부록 5] 참고).

#### ② 사용성 평가 참여자 모집

서울 지역의 초등교사 가운데 연구자의 접근 가능성과 연구 참여자 기준에 적합한 교사들을 대상으로 연구에 대한 설명을 하고 연구 참여 의사

를 밝힌 교사에게 참여 동의서를 받았다. 해당 학급의 학생들에게 연구에 대한 설명을 한 후, 참여 동의서를 제공하고 학부모의 동의를 받아 동의서를 제출한 4명의 학생들을 인터뷰 대상으로 선정하였다.

### ③ 평가 참여 교사의 수업 과정안 개발

사용성 평가에 참여한 교사에게 교수설계 원리, 절차 모형을 제공하고 수업을 설계하도록 하였다. 교사는 제시된 자료의 내용을 바탕으로 수업 과정안과 자료를 개발하였다([부록 6] 참고). 3학년 과학 교육과정의 동물의 특징에 대한 학습내용을 바탕으로 생체모방을 주제로 선정하였으며 총 5차시의 수업을 설계하였다.

### ④ 수업 관찰 및 인터뷰

교사의 수업 과정안을 확인하고 4, 5차시의 수업을 관찰한 후 학습자와 교사 인터뷰를 실시하여 교수설계 원리의 강점, 약점, 개선점을 검토하였다. 인터뷰 내용은 교수설계 원리의 사용에 있어서의 어려움과 개선이 필요한 원리를 중심으로 하였다. 수업 관찰은 교사의 교수설계 원리가 적용된 형태와 학습자의 반응을 검토하는 것에 중점을 두었다. 학습자 인터뷰는 수업에서 교수설계 원리가 반영된 수업 전략의 측면에서 어려웠던 점, 개선이 필요한 점 등을 중심으로 하였다. 인터뷰 내용은 면담자의 동의를 얻어 녹음하고 전사하였다. 전사한 내용을 분석하여 교수설계 원리의 수정에 반영할 사항을 확인하였다.

## 다. 현장 반응 및 효과 검토

외적 타당화를 위해 교사가 교수설계 원리를 사용하여 수업을 계획, 실행하고 교사와 학습자의 교수설계 원리에 대한 반응을 검토하였다.

### (1) 연구 참여자

설계·개발연구에서 설계자의 전문성, 설계자가 처한 환경 등은 설계 결과에 영향을 미친다(Richey & Klein, 2007). 교수설계 원리를 적용하고 평가할 교수설계자는 다년간 STEAM 수업을 해 오고 있는 교사로 선정하였다. 참여 교사와 학습자에 대한 구체적인 정보는 <표 III-7>과 같다.

<표 III-7> 평가 참여자 정보

평가 참여자	교육 경력	STEAM 교육경력	학습자	수업 시수	수업 일시
D 수석교사	34	5	6학년 2개반 (연구 참여 동의 55명)	7	2015. 5. 21 ~2015.6.15

D 교사는 현장 STEAM 교사 전문가로 초기 교수설계 원리를 개발하기 위한 인터뷰와 수업관찰에 참여한 교사로, G 학교에서 3년 동안 6개 학년을 돌아가며 STEAM 수업을 하고 있었다. 교사는 매차시 STEAM 교수·학습 과정안과 성찰일지를 작성하고 있었다. 외적 타당화 과정에서 STEAM 수업을 하고 있는 교사에게 교수설계 원리의 효과를 확인 받고자 한 것은 교사가 STEAM 수업을 하면서 구축한 교수설계 노하우가 있으나 이론과 실재를 종합, 분석하여 개발한 교수설계 원리가 기존의 경험을 기반으로 이루어졌던 교수설계와 비교하여 체계적으로 안내되는지를 검토하기 위한 목적이 있다.

평가에 참여한 학년은 6학년으로, D 교사가 한 달간 STEAM 수업을 하기 때문에 그 기간 중 2개 반을 대상으로 수업을 실행하였다. G 학교는 6학년이 10개 학급으로 D 교사가 10개 반을 4차시씩 수업을 하도록 계획되어 있어, 연구에서 계획한 7차시의 수업을 전체 반을 대상으로 하기에 현실적인 어려움이 있었다. 10개 반 가운데 두 개 반은 학교 현장에서 도움을 받기 수월한 부장교사의 반으로 D 교사가 선택하였다. 교수설계 원리의 효과를 검토할 학생들에게 연구참여 동의서를 배부하고 동의한 학생들만 연구의 대상으로 하였다. 6학년 학생들은 4학년 때부터 D교사로부터 STEAM 수업을 매년 받아 오고 있었으며 STEAM 수업에 대한 기대와 흥



미가 높은 상태였다.

## (2) 연구방법 및 검사도구

외적 타당화를 위한 방법으로 세 가지 형태로 연구를 진행하였다. Creswell(2013)의 혼합연구방법(mixed methods research)에 따라 첫째, 수업관찰, 둘째, STEAM 수업에 대한 태도 검사지, 셋째, 교수자와 학습자 인터뷰의 삼각화 방법으로 자료를 수집하고 분석하였다.

### ① 수업관찰

수업관찰의 초점은 개발한 교수설계 원리의 적용 여부와 적용 방법, 학습자의 반응에 두었으며 관찰의 과정에서 생기는 질문은 학습자와 교사 인터뷰에서 확인하였다. 연구자는 수업을 관찰하면서 기능적으로 어려움을 겪는 경우 도움을 주거나 학생들이 의견을 나누는 과정에서 문제가 생길 경우 개입하는 보조 역할을 하며 수업을 관찰하였다.

### ② 인터뷰

학습자 인터뷰는 매 수업시간이 끝난 후 연구 참여에 동의한 학생들 가운데 선택적하여 집단으로 진행하였다. 대개의 연구에서 인터뷰이의 수는 대략  $15 \pm 10$ 이라는 점에서(Kvale, 2008) 총 12 명의 학생을 인터뷰하였다. 인터뷰 대상자는 Brinkerhoff(2005)의 success case method에 따라 연구자가 수업을 관찰하면서 수업에 적극적으로 참여하는 학생과 참여에 소극적인 학생 가운데 선택하였다. 이는 어떤 점에서 학습자가 성공적으로 활동에 참여하는지와 그렇지 않은지를 확인하기 위함이다. 학습목표와 활동, 교수설계 원리에 근거하여 차시별 질문을 계획하고(<표 III-8>참고) 학생들이 창의적 설계 과정에서 경험한 내용을 중심으로 반구조화된 인터뷰를 실시하였다.

<표 III-8> 차시별 중점 질문 내용

차시	질문
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제에 대한 학습자의 반응</li> <li>• 아이디어 생성과 평가 방법(문제해결과 지식의 사용)</li> </ul>
2~3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 아이디어 평가 기준, 선택한 해결안, 이유(비판적 사고)</li> <li>• 스케치 과정</li> <li>• 설계도 작성 방법</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계도 수정 기준</li> <li>• 해결안 예측, 시각화 자료 효과</li> </ul>
5~6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획과 실행의 차이</li> <li>• 만들기의 효과</li> <li>• 수정 방법과 이유</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전시회 중점 내용</li> <li>• 전시의 효과</li> </ul>
전체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제한적 시간의 효과, 시간이 가장 많이 소요된 활동, 가장 중점을 둔 활동</li> <li>• 수업을 통해 새롭게 알게 된 내용</li> <li>• 7차시의 수업 활동 가운데 즐거웠던, 힘들었던, 개인적으로 의미가 있었던 활동</li> <li>• 아쉬운 점, 느낀 점, 다음 수업에서 바라는 점</li> </ul>

인터뷰 진행 절차는 Kvale(2008)의 방법에 근거하여 인터뷰의 목적을 설명하고 인터뷰를 끝내기 전에는 학생들이 하고 싶은 말을 할 수 있는 기회를 제공하는 것으로 진행하였다. 인터뷰 내용은 학생들의 동의를 얻어 녹음하였으며, 녹음한 내용은 전사하여 학생들의 의견을 분석하였다.

교사의 교수설계 원리에 대한 반응을 확인하기 위한 인터뷰는 교사의 창의적 설계 활동 교수설계 원리의 적용 과정과 실행에서의 강점과 약점, 개선점을 중심으로 하였다. ‘본 교수설계 원리를 사용하기 전과 후의 수업 설계와 실행에서의 차이’, ‘적용이 가장 어려웠던 교수설계 원리’, ‘효과적인 교수설계 원리’, ‘수업 설계에서는 계획했으나 수업에서 효과가 없었던 것’을 중심으로 반구조화된 면담을 하였다. 인터뷰는 교사의 동의를 얻어 녹음하고 전사하였다.

### ③ 검사지

교수설계 원리를 적용한 수업에 대한 효과를 확인하기 위하여 STEAM 수업에 대한 만족도 검사를 하였다. STEAM 교육은 과학기술 관련 교과에 대한 학습자의 흥미와 태도, 창의적 문제해결력을 향상시키기 위한 목적이 있다. 창의적 문제해결력은 창의적 문제해결과 관련된 일반적 지식과 영역 특수적으로 요구되는 지식을 모두 포함하기 때문에(조석희, 장영숙, 정태희, 임희준, 2001), 특정 영역에 기반한 창의적 문제해결력 검사지를 활용하여 학습자의 변화를 측정하는 것이 타당하나 STEAM 교육에서의 문제해결력에 대한 정의와 이에 따른 검사도구가 개발되지 않은 상황이다. 이에 STEAM 수업에 대한 학생들의 만족도를 측정하여 효과를 확인하였다. STEAM 교육 프로그램 평가에서 프로그램의 효과를 확인하는 검사지 가운데 여러 연구에서 프로그램 만족도 검사지로 활용된 김방희, 이성희, 태진미, 김진수의(2012)것을 본 연구에 맞도록 수정하여 사용하였다. 흥미와 태도, 창의적 설계, 수업 전반에 대한 만족도 영역으로 구분하여 각 영역별로 5문항씩 구성하였다. 문항의 내적 합치도는 Cronbach  $\alpha$  로 확인하였으며 .836으로 양호한 것으로 나타났다. 수업 시작 전과 수업 후 동일한 검사지를 적용하였으며 연구 참여에 동의한 55명 가운데 사전, 사후 검사에서 모든 문항에 답을 한 49명의 것만 대상으로 SPSS 18.0을 사용하여 대응표본 t 검정으로 분석하였다.

교사의 교수설계 원리의 효과에 대한 반응을 양적으로 측정하기 위해 교수설계 원리가 설계 문제의 개발, 활동 계획, 자료 준비 등 전반적인 수업 설계와 실행에 있어 도움이 됐는지를 확인하기 위한 문항을 4점 척도로 하여 질문지를 제공하였다([부록 10] 참고).

### (3) 수업 설계 및 실행

연구 참여에 동의한 교수자에게 연구에 대한 설명과 교수설계 원리의 적용에 대한 안내를 하고 개발한 교수설계 원리, 교수설계 절차모형과 설명 자료를 제공하였다. D 교사는 6학년을 대상으로 연구자가 제공한 자료의 주제를 바탕으로 총 7차시의 수업을 설계 활동 과정에 맞추어 계획하

였다. 수업설계를 위해 실행 전 D 교사와 3차례 만나면서 교수설계 원리에 대한 설명과 안내를 하였다. 교수설계 원리의 적용 충실도를 높이기 위해 D 교사가 개발한 수업 과정안([부록 8] 참고)을 이메일로 받아 사전에 확인하고 수업에서 고려해야 할 사항을 논의하였다.

‘시원한 학교 만들기’를 주제로 수업의 차시별 학습활동과 주된 창의적 설계 활동은 <표 III-9>와 같이 이루어졌다.

<표 III-9> 수업설계 개요

차시	주요 학습활동	창의적 설계 활동 과정
1	• 학교 건물에서 기온차 확인하기	• 문제 확인 및 정의 • 아이디어 생성
2~3	• 여름에 시원한 학교 설계도 만들기	• 자료 조사 및 아이디어 생성 • 해결안 선택
4	• 설계도 수정하기	• 해결안 선택
5~6	• 설계도를 바탕으로 시원한 학교 모형을 만들기	• 모델 제작 및 수정
7	• 제작한 모형 전시하고 발표하기	• 발표 및 평가

수업을 통해 적용된 교수설계 원리의 구체적인 적용 내용은 [부록 9]에 제시하였으며 각 차시별로 이루어진 수업 활동은 다음과 같다.

#### (가) 1차시

수업의 핵심은 7차시 동안 이루어질 문제해결 활동이 학생들에게 중요하고 필요한 일임을 인식시키는 것이었다. 교사는 학생들에게 계절별 날씨의 특징을 릴레이로 발표하게 한 후, 날씨가 우리 생활에 미치는 모습을 이야기하면서 전체 학습을 이끌었다. 이후 교사는 학교건물의 문제점을 과학적 원리를 생각하여 개선할 사항이 없는지 문제를 제기하고 수업이 진행되고 있는 여름 계절에 맞추어 여름에 시원한 학교를 만드는 방법에 대해 생각해 보자고 하였다. 이를 위해 첫 번째 활동으로 학생들에게 온도계를 나누어주고 과학과의 탐구기능을 적용하여 학교에서 가장 시원한 곳과 가장 더운 곳을 찾아 온도를 기록해 오도록 하였다. 모둠별로 어느 곳의

온도가 높고 낮을지 이야기한 후 확인할 수 있도록 시간을 제공하였다. 학생들은 모듈별로 자신들의 생각대로 온도를 측정하고 돌아왔으며 기온이 낮은 곳과 높은 곳의 차이점과 공통점을 찾았다. 교사는 본교 건물이 오래되어 리모델링이 필요하다는 현실적 상황을 언급하면서 학교의 냉방기를 사용하지 않고 시원하게 할 수 있는 방법을 생각하도록 하였다. 온도계를 이용한 탐색 활동과 학생들이 가지고 있는 경험, 지식을 바탕으로 학생들은 포스트잇에 교실을 시원하게 만들 수 있는 방법을 자유롭게 쓰고 정리하였다. 학생들은 익숙하게 자신의 의견을 적고 모듈 화이트보드에 붙였다. 공통적인 내용은 겹치거나 아래에 붙이면서 다양한 의견과 공통적 의견을 확인하였다([그림 Ⅲ-3] 참고). 교사는 수렴적 사고 기법 중 하이라이팅 기법을 변형한 방법을 사용하여 제시된 의견 가운데 창의적인 의견이라고 생각되는 것, 실현 가능성이 있는 것에는 스티커를 붙이면서 생각을 정리하게 하였다. 수업을 정리하면서 교사는 이러한 아이디어를 더욱 발전시키기 위해 조사의 필요성을 제기하면서 수업을 마무리하였다.



[그림 Ⅲ-3] 아이디어 모으고 정리하기

#### (나) 2~3차시

두 차시의 핵심 활동은 학생들이 생성한 아이디어를 종합하여 해결안을 선택하고 이를 설계도로 구현하는 것이었다. 교사는 1차시에서 학생들이 모든 아이디어 가운데 가장 창의적이라고 평가받은 의견을 모듈별로 발표하는 것으로 수업을 시작하였다. 모듈별 의견을 다시 공통적인 것과 다른 것으로 구분하고 다른 모듈의 아이디어 가운데 좋다고 생각되는 것

을 이야기하도록 하였다.

생각한 아이디어를 구체화하는 방법으로 설계도를 언급하였고 설계도가 무엇이고 핵심요소가 무엇인지, 예시를 보여주며 설계 방법과 주의사항을 지도하였다. 이 과정에서 교사는 준비한 PPT를 활용하였다. PPT의 내용은 건축 재료와 방법, 설계도의 그림으로 구성되었다(부록 7) 참고). 학생들은 교사가 제시한 자료 이외에 찾아보고 싶은 내용이 있으면 자신의 스마트폰을 이용하여 검색하였다.

교사는 학생들이 이전에 생각한 아이디어, 다른 학생들의 아이디어, 교사가 제시한 자료, 학생들이 찾은 자료 등을 활용하여 지난 시간의 아이디어를 발전시키면서, 창의적이며 현실가능성 있는 방법을 선택하도록 안내하였다. 모둠마다 중점적으로 변화시킬 부분이 무엇인지를 정하고 이를 구현하기 위해 필요한 재료를 계획하도록 하였다. 설계도를 작성하는 과정에서는 크기, 높이, 벽, 창 등의 구조를 구체적으로 생각하도록 하였다. 설계의 범위도 학교 전체, 본관 건물, 교실 등으로, 학생들이 선택하게 하였다.

교사는 모둠별로 완성한 설계도를 교실에 게시하고 학생들이 서로의 결과물을 비교하며 수정하면 좋을 사항들을 포스트잇에 써서 붙이도록 하였다. 학생들은 1주일간 친구들의 설계도를 보면서 자신의 생각을 쓰고 붙이는 활동을 수행하였음을 다음 수업에서 확인할 수 있었다([그림 Ⅲ-3] 참고).



[그림 Ⅲ-3] 설계도와 학생들의 피드백

학생들이 아이디어를 서로 비교하고 개선사항을 확인할 수 있도록 다양한 방법을 활용하였다. 아이디어를 나누는 과정에서 주로 포스트잇을 사

용하였으며 모듈별 활동 결과를 공유하도록 하였다.

#### (다) 4차시

4차시의 핵심활동은 3차시까지 작성한 설계도를 현실가능성을 고려하며 수정하는 것이었다. 지난 차시에 만든 설계도를 발표하면서 문제점이 있으면 이야기하고 다른 친구들이 도움을 주는 것으로 수업을 시작하였다. 산출물을 제작하기 전과 후에도 수정을 위한 활동이 반복적으로 이루어졌으며 교사의 안내와 함께 반 학생들이 서로의 아이디어에 도움을 줄 수 있도록 활동을 이끌었다. 학생들은 서로 의견을 제시하면서 수정할 사항들을 확인하였다. 그리고 이를 표현할 때 어떤 재료를 사용할지를 생각해보고 시원한 학교를 만들기 적합한 설계도와 재료인지, 현실적으로 가능한 것인지, 주변 환경과의 어울림 등도 고려하도록 발문과 판서를 하였다. 화제가 되고 있는 음식 프로그램을 언급하며 동일한 재료이지만 어떻게 만드느냐에 따라 음식의 맛이 달라지며 창의적이지만 맛이 없으면 소용이 없다는 점에서 창의적 아이디어이지만 시원한 학교의 특징이 없다면 조건을 만족시키지 못하게 됨을 강조하였다. 이와 함께 그동안 배웠던 과학의 개념, 미술에서의 색이 주는 느낌 등도 설계의 제한조건으로 고려하도록 하였다.

학생들은 이러한 제한조건을 생각하면서 설계도를 수정하는 활동을 하였다. 수정하는 과정에서 교사는 학생들에게 쥘기나무, 스티로폼, 찰흙, 수수깡 등 다양한 재료를 제공해 주고 이러한 재료를 활용하여 생각한 것들을 모델링하도록 하였다([그림 III-4] 참고). 교사는 수정한 설계도를 이용하여 다음 시간에는 실제로 모형을 만드는 활동을 할 것임을 이야기하며 아이디어를 구체화할 때 필요한 재료를 생각할 것을 요구하였다.



[그림 Ⅲ-4] 설계도 수정

#### (라) 5~6 차시

학생들은 모둠에서 논의한 아이디어와 설계도를 바탕으로 두 차시 동안 시원한 학교 모형을 만들었다([그림 Ⅲ-5] 참고). 수업을 시작하면서 교사는 학교 모형을 6학년 전체 학생들이 볼 수 있도록 전시할 것임을 공지하여 활동의 동기를 부여하였다. 또, 설계도 만들기에서 학생들이 층의 높이를 계산하지 못하여 우드락으로 170cm인 사람을 축소한 막대를 제시하고 이에 맞추어 층을 제작할 것과 본관과 별관의 창문 위치를 발문하며 창을 내는 방향이 어디인지 알 수 있도록 방위표시를 해야 함을 상기시켰다. 교사는 선택한 해결안을 가장 잘 보여줄 수 있는 재료, 색, 형태를 생각하며 만들도록 안내하였으며 왜 그 재료를 선택했는지 나중에 설명해야 함을 주지시켰다. 재료는 교사가 대부분 준비해 주고 추가적으로 필요한 것들은 학생들 주변에 있는 것들을 활용하게 하였다. 재료를 제한적으로 제공하지는 않았으나 지속가능한 발전, 절약을 언급하며 낭비되지 않도록 주의를 주었다. 교사는 학생들이 본 활동을 하는 목적을 계속 상기시키며 만드는 과정에서 방위, 주변 환경도 고려하도록 하였다. 또한 활동에서 제외되는 학생이 없도록 모둠별 협력활동을 독려했으며 학생들이 기존의 설계도를 바탕으로 만들면서 나타나는 문제점을 확인하고 수정하도록 안내하였다.



[그림 Ⅲ-5] 모형 제작 과정



(마) 7차시

마지막 수업은 제작한 학교모형의 특징과 해결안으로서의 적절성을 평가, 소감을 발표하는 평가 활동과 전시하는 활동으로 이루어졌다. 교사는 전시회를 위해 학교소개를 어떤 내용을 중심으로 해야 하는지 릴레이 발표를 통해 상기시켰다. 학교 이름, 모형의 특징, 시원한 학교인 이유를 도화지에 작성하게 하였다. 모형을 게시하기 전, 학생들이 설명을 작성한 것과 모형을 자신들의 책상에 올려놓은 것을 반 학생들이 교실을 돌아다니면서 다른 모둠의 것을 보고 제한조건을 만족하는지, 모형의 특징이 잘 드러나게 작성이 되었는가를 중심으로 발표하는 시간을 가졌다. 학생들은 칭찬과 함께 궁금한 점을 질문하고 이를 수정할 수 있는 방법을 묻는 교사의 질문에 다른 학생들이 대답하는 형태로 서로 도움을 주었다. 학생들은 최종 산출물과 설명서를 복도에 게시하고 쉬는 시간에 다른 반 학생들이 와서 질문을 하면 해당 내용에 대해 설명하였다([그림 Ⅲ-6] 참고).

교사는 학생들에게 만든 결과보다 설명을 어떻게 하느냐가 더 중요하다고 하며 생각대로 잘 표현이 안 된 부분에 대해서는 원래의 의도를 설명할 것을 요구하였다. 전시회가 끝난 뒤 학생들은 7차시에 걸친 수업 활동을 통해 알게된 점, 어려운 점 등에 대한 학습지를 작성하며 활동을 마무리 하였다.



[그림 Ⅲ-6] 전시회 모습

## IV. 연구 결과

본 연구는 초등학교에서 교사가 STEAM 수업을 할 때 창의적 설계 활동을 효과적, 효율적으로 계획하고 실행하기 위한 교수설계 원리를 개발하는 것을 목적으로 한다. 연구 내용은 교수설계 원리의 개발과 내·외적 타당도를 검토 받는 두 단계로 구분할 수 있다.

### 1. 교수설계 원리 개발

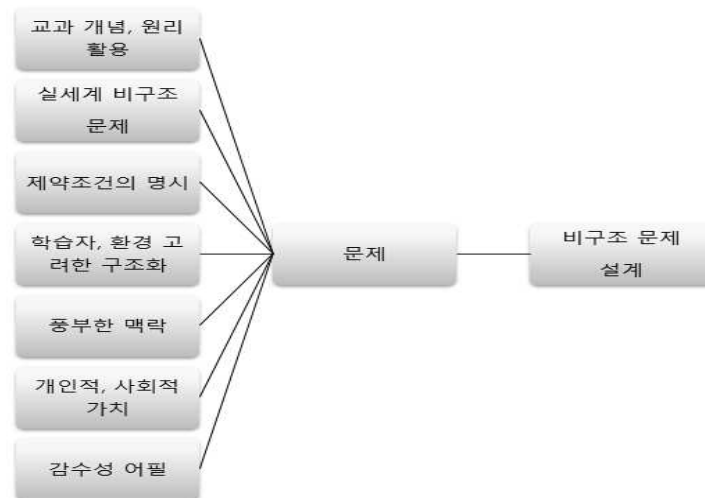
초등 STEAM 교육에서 창의적 설계 활동을 교수설계하기 위한 원리를 개발하기 위하여 선행문헌, 교사와 학습자 인터뷰, 수업관찰을 통해 수집한 자료를 분석, 종합하였다.

#### 가. 선행연구 분석

STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리의 구성요소는 ‘비구조 문제’, ‘설계 사고 과정’, ‘학습 환경’이다. ‘비구조 문제 설계’는 창의적 설계 활동이 요구되는 문제를 설계하기 위한 것이다. ‘설계 사고 과정’과 ‘학습 환경’은 설계 과정이 사고(minds-on)와 체험(hands-on)의 상호작용이라는 것을 반영한 것이다. 창의적 설계 과정에서 학생들이 경험하는 창의적 사고와 체험 활동은 상호작용적이지만 교사의 교수설계 상황에서는 학생의 창의적 사고 활동을 지원하는 것은 설계 사고 과정으로, 창의적 설계 활동의 제작과정에서 교사가 고려해야 할 사항은 재료와 도구, 학습형태와 관련이 있다는 점에서 학습 환경으로 구분하였다.

이러한 구성요소의 도출은 다음의 과정을 통해 이루어졌다. 첫째, 선행 연구를 분석한 내용을 바탕으로 교수설계 내용을 정리하였다. 둘째, 설계 과정에서 교사가 설계하는 대상으로 교수설계 내용을 분류하였다. 셋째, 설계 대상의 내용을 포괄할 수 있는 요소로 구성요소를 도출하였다. 예컨

대, 이경진과 김경자(2013)가 제시한, STEAM 교육의 통합은 교과 개념과 원리에 근거해야 한다는 내용은 ‘교과 개념과 원리의 활용’을 핵심어로 하고 ‘문제’를 설계할 때 고려해야 하는 것으로 분류하였다. 이러한 방법으로 ‘실세계의 비구조적 문제’, ‘제약조건의 명시’, ‘학습자, 학습 환경을 고려한 문제의 구조화’, ‘풍부한 맥락’, ‘개인적, 사회적 가치’, ‘감수성 어필’의 내용이 학생들의 창의적 사고를 촉진하기 위한 목적의 비구조화된 문제 설계 시 고려할 사항이라는 점에서 ‘비구조 문제 설계’를 구성요소로 도출하였다([그림 IV-1] 참고).



[그림 IV-1] 구성요소 도출 과정

선행연구를 통해 도출한 교수설계 내용과 구성요소는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 교수설계 내용과 구성요소

내용	출처	설계 대상	구성 요소
• 교과 개념과 원리의 활용	이경진, 김경자, 2013; 최유현, 1998; Kelly et al., 2010; NRC, 2011	문제	비구조 문제 설계
• 실세계의 비구조적 문제(불일치, 발산적 특성)	박영석 외, 2013; Benami, & Jin, 2002; Schunn, 2011; Burghardt & Hacker, 2004; Carr & Strobel, 2011; Cross, 2000; Cunningham, 2009; Kolodner		

내용	출처	설계 대상	구성 요소
	& Wills, 1993; Merrill, 2001; Venville et al., 2004		
• 제약조건의 명시	김기수 외, 2013; 김지숙, 2013; Dym & Little, 2004; d.school, 2010	문제	비구조 문제 설계
• 학습자, 학습 환경을 고려한 문제의 구조화	김성일, 2012; 이상봉, 배선아, 2007; 신행자 외, 2009; 최유현, 2003		
• 풍부한 맥락	Cunningham, 2009; Fortus et al., 2005; Jonassen, 2004		
• 개인적, 사회적인 가치	Fortus et al., 2004; Middleton, 2005; Schunn, 2011	문제 확인 및 정의	설계 사고 과정
• 감수성 어필	Denson, 2011		
• 사고의 시각화 지원	권난주, 안재홍, 2012; 김성일, 2012; 나일주 외, 2010; Benami & Jin, 2002; Cross, 1984, 2006; Fortus et al., 2005; Roth, 1996		
• 충분한 문제 탐색 지원	김미희, 송현순, 2009; 김영채, 1995; 김진섭, 2010; Benami & Jin, 2002; Cross, 2006; Dorst & Cross, 2001; Kolodner & Wills, 1993; Mentzer, 2011; Welch & Lim, 2000	아이디어 생성	성찰
• 설계제한이나 기준의 재진술 지원	최유현, 1998; Kolodner & Wills, 1993		
• 관련 지식 교수	김미희, 송현순, 2009; 김태훈, 2005; Roberts, 2013		
• 창의적 사고 교수	김성일, 2012; 김진섭, 2010; 최유현, 1998, 2003, 2004; Benami & Jin, 2012; Cropley & Cropley, 2010; Welch & Lim, 2000; Wong & Siu, 2012	순환적 설계	설계
• 다양한 예술적 기법의 활용	권난주, 안재홍, 2012		
• 많은 양의 대안 생성	김영채, 2014; Welch & Lim, 2000		
• 정보수집 안내	서예원, 2007; Fortus et al., 2005; Mentzer, 2011	성찰	성찰
• 사전경험의 활용	김진섭, 2010; 송현순, 2001; Benami & Jin, 2002; Mentzer, 2011; Roth, 1996		
• 보기의 제공 고려	김미희, 송현순, 2009; Bamberger & Cahill, 2013		
• 성찰의 기회 제공	백윤수 외, 2012; 이영태, 2013; 임철일 외, 2013; 최유현, 1998; Hung, 2006; Kolodner et al., 2003; Penner et al., 1998; Roth, 1996; Schunn, 2011; Wendell & Rogers, 2013	순환적 설계	설계
• 문제해결 과정 기록	최유현, 1998; Cunningham, 2009; Kelley et al., 2010		
• 학습자 수준, 환경에 적합한 설계 과정 안내	김기수 외, 2013; 최유현, 1998; Cross, 2008; Dorst & Cross, 2000; Welch & Lim, 2000		

내용	출처	설계 대상	구성 요소
• 지속적 수정	김진섭, 2010; 송현순, 2001; Johnsey, 1995; Welch & Lim, 2000	과정	설계 사고 과정
• 실패 원인 분석	김미희, 송현순, 2009; 김진섭, 2010; 송현순, 2001; Cunningham, 2009		
• 산출물 평가 기준 제시	김진섭, 2010; 송현순, 2001; Akinson, 2000; Cropley & Cropley, 2010; Howard et al., 2008; Johnsey, 1995; Welch & Lim, 2000		
• 평가 루브릭 작성	Eisenkraft, 2011		
• 이질 집단	이영태, 2013; Kolodner et al., 2003; Mentzer, 201; Nelson, 1994; Penner et al., 1998; Roth, 1996; Wendell & Rogers, 2013; Welch & Lim, 2000	팀 구성	
• 의사소통 촉진(글, 그림, 말) 도구	Cunningham, 2009	협력적 활동	학습 환경
• 협력적 활동을 위한 방법 안내	이영태, 2013; Cunningham, 2009		
• 시간 제한	Waloszek, 2012	학습 자원	
• 익숙하고 사용이 쉬운 재료	Burghardt, & Hacker, 2004		
• 재료 선택의 기회 제공	Bamberger & Cahill, 2013		
• 학습시간, 안전 고려 재료 선택	김성일, 2012		

교수설계 내용을 구성요소별로 설명하면 다음과 같다.

### ① 비구조 문제 설계

‘비구조 문제 설계’는 학습자의 창의적 설계 활동의 과정과 결과가 문제의 구조 정도와 맥락에 따라 달라진다는 것과 관련이 있다. 창의적 설계 활동을 위한 비구조 문제의 설계는 크게 일곱 가지 사항을 반영해야 한다. 첫째, STEAM 교육은 교과 통합을 통한 접근으로 학생들이 학습해야 할 교과의 핵심 개념과 원리를 중심으로 통합해야 한다(이경진, 김경자, 2013; Kelley et al., 2010). 둘째, 설계 문제는 실세계의 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제의 특성이 있어야 한다(박영석 외, 2013; Benami & Jin, 2002). 이는 설계 문제의 본질적 특징으로, 실생활의 문제는 학생들이 여러 교과의 개념과 원리를 적용할 필요성을 포함하며 창의적 사고를 발현할 기회를 제공한다. 셋째, 제약조건을 포함해야 한다(김기수 외, 2013; Dym & Little, 2004). 제약조건은 공학 설계의 특징으로 설계 활동

에서 중요하게 다루어진다. 넷째, 학습자와 학습 환경을 고려하여 문제를 구조화해야 한다(김성일, 2012; 이상봉, 배선아, 2007). 문제의 범위와 수준을 가용한 시간과 자원을 고려하여 조절할 때 효과적으로 설계 활동이 이루어질 수 있다. 다섯째, 맥락이 풍부한 문제를 설계해야 한다(Cunningham, 2009; Fortus et al., 2005). 맥락이 풍부한 문제는 학생들이 어떤 점에 초점을 두어야 할지에 대해 안내하며 몰입을 돕는다. 여섯째, 개인적 또는 사회적으로 가치가 있는 문제를 설계해야 한다(Middleton, 2005; Schunn, 2011). 학생들의 미래와 관련이 있거나 다른 사람을 돕는 일을 포함하면 학생들의 설계 활동의 동기 부여에 도움이 된다. 일곱째, 학생들의 감수성을 자극할 수 있는 문제를 개발해야 한다(Denson, 2011). 인간적인 감수성을 호소하는 문제는 학생들의 문제해결의 몰입을 돕는다.

## ② 설계 사고 과정

‘설계 사고 과정’은 설계 과정에서의 창의적 사고 지원과 관련이 있다. 문제 확인 및 정의를 위한 설계 활동에서 고려할 교수설계 내용은 세 가지로 사고의 시각화 지원, 문제 탐색 지원, 설계제한의 재진술 지원이다. 첫째, 사고의 시각화를 지원해야 한다(김성일, 2012; Cross, 2006). 시각화는 설계자들이 설계 과정에서 하는 활동으로 문제를 이해하고 해결하는 과정에서 설계자의 인지부담을 낮춘다. 둘째, 문제 탐색이 충분히 이루어지도록 안내해야 한다(김미희, 송현순, 2009; Welch & Lim, 2000). 초보 설계자는 문제를 확인한 후 바로 해결안을 분석 없이 선택하여 문제해결에 실패할 확률이 높다는 점에서 문제 탐색이 충실하게 이루어지도록 교사가 안내해야 한다. 셋째, 설계제한이나 기준을 이용하여 재진술하는 것을 고려한다(최유현, 1998; Kolodner & Wills, 1993). 문제 정의는 어려운 활동으로 학생들에게 문제에 포함된 설계의 제약조건을 활용하여 문제를 정의하도록 도울 수 있다.

학생들의 아이디어 생성과 해결안 선택을 지원하기 위한 교수설계 내용은 일곱 가지가 있다. 첫째, 관련 지식을 교수한다(김미희, 송현순,

2009; Roberts, 2013). 교과 내용을 활용하여 문제를 해결할 수 있도록 관련된 지식을 학습할 수 있도록 교수설계를 해야 한다. 둘째, 창의적 사고 방법을 가르쳐야 한다(김성일, 2012; Cropley & Cropley, 2010). 창의적 사고기법은 학생들이 발산적 또는 수렴적으로 사고를 할 수 있도록 안내하여 아이디어를 다양하게 생각할 수 있게 돕는다. 셋째, 다양한 예술적 기법을 활용한다(권난주, 안재홍, 2012). STEAM 교육에서 예술은 그리기와 만들기에 한정적으로 사용되고 있으나 예술적 기법은 최종 산출물을 제시하는 방법 이외에 시각화와 창의적 사고를 촉진하는 목적으로 적용할 수 있다. 넷째, 대안을 많이 생성하도록 한다(김영채, 2014; Welch & Lim, 2000). 창의적 산출물은 많은 양의 대안과 상관관계가 있으므로 학생들이 아이디어를 풍부히 낼 수 있도록 설계한다. 다섯째, 정보수집의 방법을 안내한다(서예원, 2007; Mentzer, 2011). 학생들이 온라인에서 정보를 찾을 때 효율적, 효과적으로 정보를 수집할 수 있도록 계획해야 한다. 여섯째, 사전경험을 활용하도록 한다(김진섭, 210; Roth, 1996). 아이디어는 개인의 경험에 많이 의존하며 모델링 효과를 가지고 있으므로 학생들이 사전지식과 경험을 떠올릴 수 있도록 안내한다. 일곱째, 보기를 제시하는 것을 고려한다(김미희, 송현순, 2009; Bamberger & Cahill, 2013). 설계의 아이디어는 설계자의 경험과 지식에 의존하기 때문에 (Benami & Jin, 2002) 초등학생들의 아이디어 부재에 대한 대비로 예시를 제공하여 학생들의 사고를 자극할 수 있다.

학생들의 성찰을 지원하기 위한 방법을 계획한다. 첫째, 성찰의 방법과 기회를 계획한다(임철일 외, 2013; Wendell & Rogers, 2013). 설계 활동은 기능하는 산출물을 만드는 것보다 성찰하는 것이 더 중요하므로 성찰의 내용을 안내하고 성찰적 발표를 요구한다. 둘째, 문제해결의 과정을 다양한 형태로 작성하게 한다(최유현, 1998; Kelley et al., 2010). 설계 과정에서 이루어진 의사결정 내용이나 학습 내용 등을 그림이나 글로 표현하게 할 수 있다.

설계 과정이 순환적으로 이루어지기 위해 첫째, 학습자의 수준과 환경에 적합한 설계 과정을 안내한다(김기수 외, 2013; Dorst & Cross,

2000). 설계 과정을 나타내는 많은 모형이 있으나 학교 환경에서 사용할 수 있는 수준의 것을 적용한다. 둘째, 지속적으로 수정하도록 안내한다(김진섭, 2010; Johnsey, 1995). 학생들이 설계 과정에서 계속적으로 평가하고 수정하는 것이 자연스러운 일임을 안내하고 설계 내용을 개선하게 한다. 셋째, 실패의 원인을 분석하여 문제를 해결하도록 한다(김미희, 송현순, 2009; Cunningham, 2009). 학생들은 문제가 발생하면 보이는 것에만 집중하여 단순하게 해결하는 경향이 있으므로 실패의 원인이 해결안 자체의 문제인지 기능의 문제인지 등을 분석하여 문제를 해결할 수 있도록 안내한다. 넷째, 산출물의 평가 기준을 제시한다(김진섭, 2010; Akinson, 2000). 평가를 통해 산출물의 질이 높아지기 때문에 학생들이 어떤 점을 기준으로 평가해야 할지를 명확하게 제시해야 한다. 다섯째, 평가 루브릭을 작성하도록 한다(Eisenkraft, 2011). 루브릭을 만드는 것은 학생들이 설계 활동에 주인의식을 가지고 설계 활동을 평가할 수 있도록 돕는다.

### ③ 학습 환경

‘학습 환경’은 설계 활동을 위한 학습형태의 결정과 학습 자원의 준비에 대한 내용이다. 체험활동을 위한 학습 환경에서 고려해야 할 대상은 팀 구성과 협력적 활동, 학습 자원이다. 팀 구성은 이질적으로 한다(이영태, 2013; Penner et al., 1998). 이질적 팀 구성은 다양한 관점과 경험을 공유할 수 있는 효과가 있다. 구성원의 성향이나 학습 수준, 성별 등을 고려하여 팀을 구성한다.

협력적 활동이 원활하게 이루어지도록 첫째, 의사소통을 촉진하는 도구를 제공한다(Cunningham, 2009). 서로의 아이디어를 표상하여 공유하기 위한 도구를 마련한다. 둘째, 협력적 활동을 위한 방법을 안내한다(이영태, Cunningham, 2009). 학습자가 활동의 목적과 규칙을 공유하며 협력적으로 활동할 수 있게 한다. 아이디어 비판하지 않고 수용하기, 역할을 분담해서 하기, 적극적으로 참여하기, 서로 돕기 등의 규칙을 세울 수 있다. 셋째, 시간을 제한하여 제공한다(Waloszek, 2012). 학교 내 정규 교과 시



간 안에 활동이 마무리될 수 있도록 활동 시간을 적당한 수준으로 제한하여 제시하고 이를 엄수하도록 한다.

학습자원을 교수설계할 때 고려할 내용은 첫째, 익숙하고 사용이 쉬운 재료를 사용한다(Burghardt & Hacker, 2004). 학생들이 사용하기에 어려운 도구나 재료는 이를 활용하기 위한 추가적인 시간과 방법이 필요하다는 점에서 학생들이 손쉽게 활용할 수 있는 것을 선택한다. 둘째, 재료 선택의 기회를 제공한다(Bamberger & Cahill, 2013). 학생들이 효과적, 효율적, 경제적으로 산출물을 제작할 수 있는 것을 선택할 수 있도록 여러 가지 재료를 준비하고 각 재료의 가격을 제시한다. 셋째, 학습시간과 안전을 고려하여 재료를 선택한다(김성일, 2012). 제작의 과정에서 학생들의 안전사고가 발생하지 않도록 학생들 수준에서 안전하게 활용할 수 있는 재료와 도구를 준비한다.

#### 나. 현장 교수자의 교수설계 분석을 위한 인터뷰와 수업관찰

선행연구에서 나타난 교수설계 전략을 정리한 후, 연구에서 드러나지 않았으나 초등교육 현장에서 효과적으로 적용되고 있는 STEAM 수업의 교수설계 전략을 확인하기 위해 교사 면담과 수업관찰을 실행하였다.

##### (1) 교사 인터뷰

인터뷰 대상자는 STEAM 교육을 하고 있으며 강의나 컨설팅, 연수 등으로 활발한 활동을 하고 있는 교사로 한정하여 선정하였다. 많은 수업 경험을 통해 STEAM 수업 설계에 대한 전략을 갖고 있으며 이러한 내용을 학교 현장에 전하고 있다는 점에서 초등 STEAM 교육의 실행과 확산에 효과적인 내용을 확인할 수 있기 때문이다.

모두 4명의 교사를 인터뷰하였으며 이들은 STEAM 수업을 하게 된 다양한 배경과 관점을 가지고 있어 면담을 통해 여러 가지 형태로 이루어지고 있는 STEAM 수업의 모습을 확인할 수 있었다. 인터뷰는 교사들이

STEAM 교육에서 중요하게 생각하는 내용과 구현 방식, 창의적 설계의 교수설계 전략, 창의적 설계의 계획과 실행에 있어 어려운 점, 창의적 설계 활동의 성공적인 사례 등을 중심으로 하였다. 인터뷰를 통해 교사들이 STEAM 수업에서 공통적으로 중요하게 생각하는 내용과 함께 교사들이 STEAM 수업을 하게 된 배경, 개인의 경험에 따라 교수설계 방식의 공통점과 차이점을 확인할 수 있었다.

먼저, 교사들은 창의적 설계 활동이 창의적 사고를 위한 활동이어야 한다는 생각을 공통적으로 가지고 있었다. 이는 초등교사들의 STEAM 교육에 대한 인식을 확인한 신영준, 한선관(2011)의 연구결과와도 일치하는 부분이다.

A : 창의적 설계에서 아이들의 사고를 창의적으로 끌어내려면 관련 상황제시가 중요하지 않은가.

B : 일단은 사고를 확장하고 촉진하는게 첫째 목적이라고 생각을 하거든요. 둘째는 그런 것을 통해서 ‘학습목표라던지 개념이라던지’라는 것으로 수렴하는 것. 그것을 자신만의 것으로 나타내는 것이 목적이다.

D : 제가 생각하는 창의적 설계라는 것은 아이들의 창의성을 키우는 것. 자유롭게.

창의적 사고를 촉진하기 위해 교사들이 가장 중요하게 생각하는 요소는 ‘흥미’였다. STEAM 수업의 목적 중 하나가 학생들의 과학기술에 대한 흥미를 고취시키는 것이라는 점과 학습자가 주도적으로 수업에 참여할 때 학습이 성공적으로 이루어질 수 있다는 점에서 교사들은 학생들의 흥미를 유발시키기 위한 노력을 많이 하는 것으로 나타났다.

A : 아이들이 창의적으로 사고하게 하려면 아이들 눈높이에 맞으면서 흥미를 끌 수 있는... 그러면서 STEAM 수업 전체 핵심을 가져갈 수 있는 상황이 중요하다고 생각해요. 그러면 학생들은 교사가 백 프로를 다 제시하지 않아도 학생들이 이끌어 낼

수 있다고 생각을 해요.

C : 일단은 저는 재미있어야 창의성이 나온다고 생각하거든요. STEAM 시간에 할 수 있는 가장 큰 것은 ‘아 이게 재미있구나.’ 창의적으로 다양하게 나와야 되거든요. 어떻게 하면 쉽게 할 수 있고 다 할 수 있느냐. 창의설계 활동에. 저는 일단은 어떻게 하면 재미있을까 그 생각을 많이 해요.

D : 가장 중요한 거는 애들이 가장 몰입도 높은... 창의성은 몰입도와 연관 지을 수 있다면, 애들이 흥미를 느낄 수 있는 수업이 무엇일까, 열어놓는, 창의성을 높일 수 있는게 무엇인가를 생각하고.

한편, B 교사는 STEAM 교육에서 학생들의 흥미에만 지나치게 집중하여 수업에서 학습이 효과적으로 이루어지지 않음을 지적하는 교사들이 많으며 학습목표를 충실히 다루기 위한 노력을 한다고 했다. 이러한 인식은 STEAM 교육이 흥미위주의 활동에 치우쳐 교과학습에 효과적이지 않다고 교사들이 인식하고 있음을 보고한 정광순(2015)의 연구와도 같다.

B : 흥미 중심으로만 하다 기본을 놓치는게 아니냐를 얘기하는 선생님들이 많아요. 기초를 튼튼히 하는거 그런식으로 된 것을 많이 하려고 노력을 하고 있어요.

학생들의 흥미를 유발시키기 위해 교사들이 사용하는 전략 가운데 하나는 새로운, 호기심을 가질만한 재료들을 사용하는 것이었다. 기존에 보지 못했던 물건들을 제시하고 활동 결과에 따라 보상적 차원에서 활용하는 것도 학습자의 흥미와 동기를 효과적으로 높일 수 있다고 하였다.

B : 아이들의 흥미를 이끌기 위해서 일종의 꼬질리제이션을 쓰죠. 처음 보는 신기한 것들을 가져다 놓으면 아이들은 우선 호기심을 갖고 만져보고 싶어 하거든요.

C : 테크놀로지 자체가 애들한테 동기유발이 돼요. 신기한 기술이잖

아요. 그거에 대해서 하고 싶어 하는 것이기 때문에 그것이 출발점이 되거든요.

교사들은 개인적 경험과 설계 상황에 기반을 두고 교육과정의 성취기준을 분석하여 창의적 설계 활동의 계획을 세웠다. 교사들도 설계자로서 자신의 설계 경험과 지식을 바탕으로 교육과정을 재구성하고 상황을 만들고 있었다. 설계가 이루어지는 맥락, 개인적 성향, 경험, 지식이 교수설계에 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있다.

A : 저는 토의활동이 이루어지는 STEAM 수업을 해야 했기 때문에 (STEAM 프로그램 개발 목적) 토의활동이 이루어지는 소재를 찾고 이후에 내용을 고민했던 것 같습니다.

B : STEAM이 초기에 너무 만들기 활동 위주로 되고 학습이 간과된다는 비판이 있어서 교과서를 너무 많이 벗어나지 말자는 걸 기준으로 하고 내용 목표라던지 성취기준을 봤어요.

C : 저는 이런데 관심이 많이 있으니까. 제 취미가 다큐멘터리 보는 거거든요. 그런거 볼때도 생각을 좀 해보고. 그 다음에 뭐 책에서도 많이 생각이 있으니까. 그런데서 아이디어를 얻는 거죠. 그러니까 늘 생각을 하고 있는 거죠. 오늘 수업을 이렇게 했었는데. 어떨 때 보면 너무 재미가 없어요. 그러면 어떻게 하면 재미있게 할 수 있을까 해서 바뀌가지고 또 하는 거죠.

D : 결국에는 나도 생각을 하는 거지. 생각을 계속 하는 것의 핵심은 아이들이 생각할 거리가 있어야 하고 재미가 있어야 된다. 인터넷 검색이나, 다른 사람들 수업한거를 보면서 아이디어를 생각해요. 여행 가든지 다른 걸 보든지 하면서 주변에서 자극을 받으려고 노력을 하고 있어요. 성취기준을 보면 내가 움직일 수 있고 할 수 있는게 많거든요.

교사들은 재료의 준비와 선택, 학습활동 시간의 계획에도 학습자의 창의적 사고를 고려하였다. 재료를 준비할 때, 학생들의 사고를 확장하기 위

한 목적으로 활동과 관련이 있다고 생각되는 것과 그렇지 않은 것을 함께 제시한다고 하였다. 또한, 부족함을 느낄 때 이를 극복하기 위한 아이디어를 생각하기 때문에 자료를 제한적으로 준비해 준다고 하였다. 학습자의 시간 관리에 있어서도 무한정 주어지는 시간보다 정해진 시간을 제시하고 그 시간 내에 활동을 마무리하도록 하는 것이 활동의 질을 높인다고 하였다.

A : 처음에는 (학생들의) 사고과정에 조력이 전혀 없었던 것 같은데 조금씩 노하우가 생기면서 그 부분에 신경을 썼던 것 같아요. 융합인재교육이라는 것이 관련된 변수가 굉장히 많잖아요. 그 중에서 한두 가지만이라도 변수를 만들어서 통제할 수 있는 아이들이 길러져야 한다고 생각을 하거든요. 그래서 한 가지 고민을 한 것이 시장경제 원리였어요. 아이들이 (재료를) 선택할 수 있게 하면 더 확산적인 사고도 있을 것 같습니다.

B : 기본적으로 창의적 설계는 ‘어떤 재료를 선택 하느냐’부터 시작한다고 보거든요. 그래서 재료를 필요 없는 것도 봐요. 새로운 것을 일부러 많이 가져다 봐요. 그러면 그걸 가진 아이들이 생각도 더 많이 하고 펼쳐나갈 수 있는 그런 것들이 생기더라고요.

D : 나는 이게 필요 없다고 생각하면서 제시했는데 애들은 그걸 가지고 필요 있게 사용하더라고요.

인성교육 차원에서 고민할 수 있게, 풍족하지 않게 주기도 하죠. 창의성은 결핍에서 나온다고 생각해서... 조금 모자라게 주고 생각하게 하는 거죠.

내가 계속하면서 느낀 건데 어떤 활동이 15분을 넘으면 안돼요. 집중도가 떨어지고 활동이 늘어져요.

교사들은 STEAM 수업의 창의적 설계 활동을 학생들의 창의적 사고 촉진을 중점적으로 고려하면서 설계 문제 상황과 재료, 도구 등을 계획하고 있음을 확인할 수 있었다.

학생들이 STEAM 수업에서 겪는 어려움은 기존의 수업 활동과 다르다는 점에서 비롯되며, 교사들은 이에 대한 지원 전략을 가지고 있었다. 학생들은 창의적인 아이디어를 내고 이를 구체화하는 활동에서 아이디어 생성의 어려움을 느끼고 산출물 제작 과정에서 기능상의 미숙이나 아이디어의 문제로 제작이 원활하게 이루어지지 않을 때 실망감을 보인다고 하였다. 교사들은 아이디어 생성에서의 문제는 다양한 모방의 기회를 제공하여 해결하고 있었다. 실패했을 때의 낭패감을 해소하기 위해서는 활동의 목적과 실패의 가치를 언급하면서 지속적으로 학생들을 독려하고 있었다.

A : 아무래도 아이들이 제일 힘들어하는 건 가공의 부분이었던 것 같아요. (생략) 공구를 다루거나 실제로 이걸 어떻게 가공을 해야 쉽게 내 목적에 맞게 쓸 수 있을까 하는 것이 제일 힘들었던 것 같아요.

B : 막막해 해요. 애들이. 자기가 문제상황이 이렇게 되고 어떻게 해야 할지에 대해 얘기도 하지만 그 다음에 어떻게 할지에 대해 어려워해요. 물론 잘 하는 아이도 있지만... 그래서 저는 힌트를 준비해요. 선생님한테 한 번 물어볼 수 있는 찬스 아니면 전체 일어나서 다른 친구들 것을 보라고 해요. 제일 어려워하는게 그거고, 두 번째는 결과물이 자기 뜻대로 나오지 않을 때, 실패했을 때, 굉장히 상심해 해요. 실패가 얼마나 중요한지에 대해 말하지만 아이들은 그거에 대해 상심하거든요. 그래서 그거에 대해서 많이 얘기해요. 왜 그게 안 됐는지를 찾게 하고.

D : 아이디어가 딱딱 안 나올 때 보면 그냥 얘기를 해서 되면 하고 안 될 때는 참고자료를 제시해요. 칠판에 붙인다거나 파일로 가지고 있다가 정 생각이 안 난다고 하면 보여주죠. 먼저 ‘안 보는 게 제일 좋고 그래도 생각이 안 나면 참고자료가 있으니 보라.’하면 선택적으로 와서 봐요. 그러면 보고 나면 좀 나아요.

STEAM 수업을 설계할 때 어려운 점에 대해서는 학습자의 수준, 교과

내용의 위계를 고려하면서 실제적이며 흥미 있는 문제를 개발하는 것이 어렵다는 반응이었다. 교사들이 일반적으로 하는 수업의 설계는 학습목표와 교과 내용을 확인하여 이에 적합한 교수전략을 설계하는 방식이라면 STEAM 수업에서는 창의적 설계 활동을 할 수 있는 교육 내용과 문제를 찾아야 되기 때문이다. 이는 STEAM 교육에서 창의적 설계를 포함한 주제를 선정하는 것이 어렵다고 한 최숙영 외(2015)의 연구와 같은 결과이다. 이러한 어려움에 대한 해결안으로 D 교사는 교육과정의 성취기준, 학년 목표를 중심으로 교과 융합을 한다고 하였다.

A : STEAM 수업을 하기 위해서 필요한 역량에 대한 분석이 어려워요. 우리가 없는 수업인지에 대해 설계할 때 제일 조심해야 하고 유의해야 하는데 이게 힘들더라고요.

B : 융합을 한다는 것이 생각보다 쉽지 않아요. 어려웠던 것이 교과의 위계가 있잖아요. 우리가 과학에서 쓰고 싶은 건데 이게 2학기 거예요. 그러면 우리가 쓸수가 없고 포기를 해야 하잖아요. 활동이 자꾸 겹치게 돼요. 음악이나 수학 교과를 포함시키는 것이 좀 어려워요. (중략) 학생들의 수준차가 많이 나는데 이런걸 고려하면서 하는게 어려웠어요.

C : 창의 설계할 때 가장 중요한 것은 상황제시가 가장 중요하거든요. 제 생각에는 원래 아이디어란 학생이 정말 해결하고 싶은 문제에서 만들어 진다고 생각하는데 실제로 (그런 문제를) 찾기는 어렵죠. 특히 교육과정에 매이다 보니까 더 어려워져 버리는 거죠.

D : 가깝게는 관련된 단원의 목표를 가지고 하고. 안 맞을 때는 조금 뛰어 넘어서 학년 목표, 과목, 성취기준으로 접근을 해요. 안 그러면 활동의 제약이 많아요.

교사들은 STEAM 수업에서 학습자의 지식과 경험뿐만 아니라 기능에 대한 고려가 필요하다고 하였다. 제작 활동을 위한 도구는 학습자의 발달 단계와 함께 안전사고에 대한 대비도 같이 확인해야 한다고 하였다. 교사

들은 이러한 내용들을 종합적으로 고려하면서 제한된 시간과 학습목적에 따라 제공하는 재료의 완성도의 정도와 도구의 종류를 결정하고 있었다.

A : 글루건 하나 사용하는데 아이들 안전도 있고 하니까 어려움이 있더라고요. 그런 부분. 학교는 또 안전이 중요하니까 제일 신경이 많이 쓰이죠.

B : 가위질 하나 하는데도 시간이 오래 걸리니까 활동하는데 제약이 많지요.

D : 가위도 기능의 발달상 필요하다면 그냥 줘요.

한편, 교사들마다 STEAM 수업의 구성요소에 대한 이해가 상이함을 볼 수 있었다. 이는 심재호 외(2015)의 STEAM 교육에 대한 안내가 연구마다 조금씩 다르며 복잡하게 제시되었다는 주장의 연장선에서 이해할 수 있다. 창의적 설계 활동의 범위와 감성적 체험의 의미가 다르게 이해되고 적용되고 있었다.

A : 문제를 해결하는 과정만 설계 활동으로 보고 제작, 만들기는 설계 활동으로 보지 않고 있어요. 이건 선생님마다 다르게 생각하시는 듯해요.

D : 다른 학교 수업이나 연구학교 (수업을) 보면, 감성적 체험이나 창의적 설계가 애매하더라고요. 내가 보기에는 창의적 설계인데 감성적 체험이라고 하기도 하고.

면담을 끝내면서 선행연구에서 확인한 교수전략을 제시하고 수업을 계획하면서 사용한 것과 그렇지 않은 것, 추가할 사항을 체크하도록 하여 교사들이 고려하지 않거나 적용하기에 어려워하는 사항들을 확인하였다. 대부분의 내용에 대해 교사들은 고려하고 있으며 제시된 전략의 중요성에 동의하였으나 평가와 순환 반복적 설계의 과정은 중요하다고는 생각하나 현실적으로 시간의 제한 때문에 제대로 하지 못하고 있다고 하였다.

교사들과의 면담 내용을 종합하여 초등 STEAM 교육의 창의적 설계



활동을 설계하기 위한 시사점을 확인하고 선행연구에서 도출한 구성요소를 중심으로 분류하였다(<표 IV-2> 참고).

<표 IV-2> 교사들의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 방법 시사점

구성 요소	시사점
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의적 사고를 위한 문제               <ul style="list-style-type: none"> <li>-창의성을 길러줄 수 있는 문제</li> <li>-다양한 결과가 나올 수 있는 문제</li> </ul> </li> <li>• 학습자의 흥미 고려               <ul style="list-style-type: none"> <li>-흥미를 고려한 문제 상황, 활동</li> <li>-관련 상황 제시나 신기한 도구의 활용</li> </ul> </li> <li>• 교육과정의 성취기준과 교사 경험, 지식에 기반 문제 설계               <ul style="list-style-type: none"> <li>-관심사, 기존 자료, 성찰</li> </ul> </li> </ul>
설계 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 아이디어 생성을 위한 교수지원               <ul style="list-style-type: none"> <li>-힌트지, 친구들의 활동 관찰, 발문</li> </ul> </li> <li>• 실패 대비               <ul style="list-style-type: none"> <li>-제작 과정의 도구 활용에 대한 학습자 수준 고려</li> <li>-실패의 중요성 강조</li> <li>-실패의 원인 찾기</li> </ul> </li> <li>• 평가를 통한 순환 반복적 설계 과정 안내 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>-평가의 기준 제시</li> <li>-지속적으로 설계를 개선할 수 있도록 안내 및 이를 위한 시간의 계획</li> </ul> </li> </ul>
학습 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 활동시간의 제한               <ul style="list-style-type: none"> <li>-활동 몰입에 15분이 적절</li> </ul> </li> <li>제한적 수량               <ul style="list-style-type: none"> <li>-경제성, 효율성을 고려하여 재료를 선택하도록 재료 준비</li> </ul> </li> <li>• 학습상황, 목적에 맞게 제공할 재료와 도구의 완성도와 종류 결정               <ul style="list-style-type: none"> <li>-학생들 기능 고려</li> <li>-활동 목적에 따른 재료, 도구의 제공</li> </ul> </li> </ul>

## (2) 수업 관찰 및 학습자 인터뷰

인터뷰한 교사 C와 D의 수업을 관찰하고 수업이 끝난 후 연구 참여에 동의한 6명의 학생들과 반구조화된 면담을 하였다.

C 교사의 STEAM 수업은 4학년 학생들이 스크래치 프로그램을 활용하

여 물의 변화를 나타내는 것이었다. 해당 수업 시간은 스크래치 프로그램을 두 번째로 사용하는 것으로 이전 수업 시간에 스크래치 프로그램 활용을 위한 기본적인 기능을 익혔다고 하였다. 기본적으로 짝과 협력하며 활동하는 학습형태를 갖추고 있었으며 짝뿐만 아니라 프로그램을 잘 다루는 학생들이 그렇지 못한 학생을 돕는 구조로 수업이 진행되었다. 교사가 모든 아이들을 돌아가며 봐줄 수 없는 상황에서 학생들이 서로 도울 수 있도록 학급 문화를 만들었기 때문에 이러한 수업이 가능함을, 이를 격려하고 보상해 주는 교사의 모습에서 확인할 수 있었다.

수업의 주된 활동은 물의 상태 변화를 스크래치 프로그램으로 프로그래밍하고 센서보드를 이용하여 물의 변화가 나타나도록 하는 것이었다. 학생들은 먼저 물의 변화 모습을 학습지에 그린 후 스크래치 프로그램을 사용하여 입력한 소리와 빛의 값에 따라 그림이 바뀌도록 프로그래밍하였다.

수업이 끝난 후 연구 참여에 동의한 학생들 가운데 4명의 학생들에게 ‘수업에서 재미있었던 점’, ‘힘들었던 점’, ‘알게된 점’, ‘수업에서 도움이 된 자료’, ‘수업에 적극적으로 참여하기 위해 필요한 점’ 등에 대해 질문하였다. 학생들은 컴퓨터를 활용하여 과학 수업을 한다는 것이 신기하고 재미있다고 하였다. 기술과 관련된 내용들은 학생들이 접할 기회가 많이 없었기 때문에 이런 소재 자체가 학습자의 흥미와 호기심을 유발한다는 C교사와의 면담내용을 확인할 수 있는 부분이었다.

학습자 A : 저는 과학에 흥미가 생겼어요.

학습자 C : 저는 과학이나 컴퓨터가 복잡하고 어렵다고 생각을 했는데 지금은 더 재미있고 더 하고 싶다는 생각이 들었어요.

학습자 D : 그 전에 컴퓨터로 그런거(센서보드에 소리를 내거나 빛을 비추면 화면이 바뀌는 것)를 해본 적이 없어서 신기했어요. 과학에는 여기 것처럼 놓고 그런게 없을 줄 알았는데 그렇게 있어서 재미있어졌어요. 만날 이런 수업하면 천국이죠.

어려운 점에 대해서는 새로운 프로그램을 익히고 적용하는 과정이라고

하면서도 어려움을 극복하고 성공을 해보니 그렇게 어려운 것은 아니었다고 하였다. C 교사는 면담에서, 성공해야 재미도 있다고 하며 모든 학생들이 성공할 수 있어야 한다는 것이 수업을 설계할 때 중요하게 고려하는 요소라고 하였다. 시도했을 때 약간의 어려움이 있으나 그것을 극복하고 성공할 수 있는 수준의 과제가 학생들의 만족도를 높인 요소라고 볼 수 있다. 그리고 학생들은 아이디어를 내고 문제를 해결하는 과정에서 친구들의 발표, 교사의 안내, 시범, 동영상 자료가 도움이 됐다고 하였다.

학습자 B : 처음에도 헛갈린게요. 자꾸자꾸 헛갈리니까 힘들었어요.  
스크립트 만들때요. 복잡해서요. 처음에는 어떻게 하지 어떻게  
하지 하다가 학습지를 보고 알았어요.

저는 이모티콘을 어떻게 그리지 했는데, 선생님이 친구들  
이랑 이야기하니까 대충 알아들었어요.

학습자 D : 저는 예전에 센서보드를 잘못해가지고 잘 안 되는 경우  
가 많았는데 지금은 잘 되가지고 괜찮았었던 것 같아요.

학습자 C : 저는 선생님이 다른 친구들의 의견을 말해보라 하니까  
다른 아이디어도 떠오르고 좋았어요.

학습자 A : 선생님이 물에 대해 이야기할 때 다양한 것들을 생각할  
수 있었어요. 스크립트를 직접 보여주시는거? 시범보여주시는  
거. 그리고 작년 동영상도 보여주시고.

학생들은 어려운 점도 있었지만 다양한 방법을 통해 해결하고 과학과  
기술이 어떻게 관련이 있는지를 경험하면서 과학에 대한 호기심이 생겼다는  
반응을 보였다. C 교사가 면담에서 강조했던 성공할 수 있는 문제는  
학생들의 협력과 교사의 조력을 통해 성공할 수 있는 수준을 의미함을 확  
인할 수 있었다.

두 번째로 관찰한 수업은 D 교사의 5학년 역사 중심의 STEAM 수업이  
다. 옷감의 역사적 변화를 학습하고 학습지에 미래의 옷을 디자인하는 것  
이 핵심 활동이었다. 수업을 관찰하면서 대부분의 학생들은 교사의 활동  
안내와 동시에 학습지에 바로 표현을 하였으며 몇몇 학생들은 주저하는

모습을 보였으나 수업 종료 전까지 대부분의 학생들이 완료하였다. D 교사는 학생들의 결과물을 칠판에 붙이게 하고 친구들이 그린 미래의 옷에 대한 평가를 포스트잇에 작성하여 붙이도록 하였다. 수업 후 연구 참여에 동의한 학생 두 명을 대상으로 인터뷰를 하였다. 면담의 질문은 ‘미래의 옷을 설계할 때 아이디어의 생성 과정’과 ‘설계 과정에서 도움이 된 교사나 학습자 간의 활동’, ‘수업에서 필요한 조력’은 무엇이었는지에 초점을 두었다.

학생은 아이디어를 생각하게 된 배경은 경험이었으며 친구들의 결과물을 보는 것도 생각하는 과정에서 도움이 됐다고 하였다. 아이디어의 생성이 경험에 의존하며 교사들이 아이디어 생성 지원을 위해 다른 학생들의 활동을 관찰할 수 있게 한다고 한 전략의 효과를 확인할 수 있다.

학습자 E : (약초 캐러 갈 때 입는 옷을 디자인한 이유는) 아빠가 산에 갔을 때 약초 같은 거 찾는다고 뭐라고 하시니까. 그런데 갑자기 생각이 나서... (친구들의 결과물을 보면서) 아이디어가 좋다는 생각이 들었어요.

학생들은 수업에서 학습자가 주도적으로 자신의 의견을 다양한 방법으로 표현할 수 있다면 수업이 더 흥미로울 것 같다는 의견을 제시하였다. D 교사는 이전 면담에서 학생들의 창의적 사고를 위해서는 학습지 사용을 자제해야 한다고 하였다. 본 수업이 끝난 후 이루어진 면담에서도 학습지보다 학생들이 다른 방법으로 표현할 수 있도록 했어야 했는데 놓친 부분이었다고 하여 학습지 사용에 대한 교사와 학습자의 의견을 확인할 수 있었다.

학습자 F : (수업에서) 선생님이 수업이 끝나고 학생들이 직접 애들한테 설명하는 날이 있으면 좋겠어요.

학습자 E : 학습지 적는거 같은게 좀 적고 다른 방법으로 하면 좋겠어요. 몸으로 표현하거나 그리거나 하는. 다른 방법도 많은데

적는것만 하니까...

학생들은 기능하는 산출물을 만드는 것에 흥미와 만족감을 느끼고 있었다. 4학년 때부터 받은 STEAM 수업 중에 가장 기억에 남는 수업은 '온돌 만들기'로 자신들이 만든 산출물이 실제로 작동하는 모습을 확인하면서 흥미와 성취감이 커졌다고 볼 수 있다.

학습자 E : (온돌 만들기가 제일 기억에 남는 이유는) 직접 만들어서 불을 땀는데 연기가 나는걸 보니까 신기했어요.

학습자 F : (온돌 만들기가 제일 기억에 남는 이유는) 옛날에 했던거를 재현을 해 본거잖아요. 그러니까 웬지 이걸 내가 제작한다는 느낌이 들어서 좋았어요.

수업관찰과 학생 인터뷰를 통해 학습자 중심의 수업 활동이 학생들의 흥미와 만족도, 창의적 사고에 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 자신이 구현한 결과물이 기능하는 모습에서 성취감과 만족감을 느끼고 있음도 볼 수 있었다. 수업에 대한 만족도와 창의성을 높이는 요인으로 창의적 설계 활동이 핵심적인 역할을 하고 있다. 이를 통해 다음의 시사점을 확인하였다(<표 IV-3> 참고).

<표 IV-3> 수업관찰 및 학습자 인터뷰의 시사점

구성 요소	시사점
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>아이디어의 적용 결과를 확인할 수 있는 문제</li> <li>교사, 학습자 간의 도움을 통해 모두 성공할 수 있는 수준의 문제</li> <li>학습자가 흥미를 가질 수 있는 도구의 활용</li> </ul>
설계 사고 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>아이디어 생성을 위한 다양한 방법의 활용               <ul style="list-style-type: none"> <li>-학습자의 경험 활용</li> <li>-다른 학습자의 아이디어 확인</li> <li>-교사의 예시 자료</li> </ul> </li> <li>자신의 생각을 표현할 수 있는 다양한 방법 고려</li> <li>학습자 간 평가의 기회 제공</li> </ul>
학습 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>협력적 학습 분위기 조성</li> <li>도구 활용을 위한 연습</li> </ul>

## 다. 초기 교수설계 원리 개발

초기 교수설계 원리는 선행연구와 교사 인터뷰, 수업관찰, 학습자 인터뷰의 내용을 종합하고 분석하여 개발되었다. 선행연구를 분석한 교수설계 내용(<표 IV-1> 참고)을 기초로, 현장 교사들의 설계 내용을 포함하여 구체적인 방법은 상세지침으로, 상세지침의 내용을 포괄하는 것은 교수설계 원리로 제시하였다. 예컨대, 맥락이 풍부한 설계 문제는 학습자의 설계 문제 해결에 동기와 몰입을 높여 주며(Cunningham, 2009; Fortus et al., 2005; Jonassen, 2004), 초등학생의 관심과 흥미를 높이는 도구나 소재의 활용, 개인적 또는 사회적으로 가치 있는 문제(Fortus et al., 2004; Middleton, 2005; Schunn, 2011), 감수성을 자극하는 문제가 학습자의 문제 해결에 대한 동기를 높일 수 있다(Denson, 2011)는 점에서 몰입할 수 있는 맥락 제시를 교수설계 원리로, 학습자의 흥미와 경험 활용, 문제의 가치 고려, 감수성 어필에 대한 내용은 상세지침으로 구분하였다.

이러한 방법에 근거하여 개발한 초기 교수설계 원리 및 상세지침은 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 초기 교수설계 원리 및 상세지침

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
비구조 문제 설계	<b>1. 비구조화 설계 문제 개발의 원리</b>
	1.1 성취기준에서 문제 해결에 요구되는 교과 개념과 원리를 확인하라(이경진, 김경자, 2013; 최유현, 1998; Kelly et al., 2010; NRC, 2011; 교사들의 전략)
	1.2 실세계의 모순과 불일치의 내용을 제시하라(박영석 외, 2013; Benami, & Jin, 2002; Schunn, 2011)
	1.3 활동상의 제약조건을 제시하라(김기수 외, 2013; 김지숙, 2013; Dym & Little, 2004; d.school, 2010; 교사들의 전략)
	1.4 학습상황을 고려하여 구조화 수준을 정하라(김성일, 2012; 이상봉, 배선아, 2007; 신행자 외, 2009; 최유현, 2003; 교사들의 전략)(수업시간, 학습자 발달, 학습자 경험 고려)
	<b>2. 몰입할 수 있는 맥락 제시의 원리</b>
	2.1 학습자의 흥미와 경험을 활용하라(교사들의 전략)
	2.2 문제의 사회적 가치와 개인적 가치를 고려하라(Fortus et al.,

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 사고 과정	2004; Middleton, 2005; Schunn, 2011)
	2.3 감수성을 어필하라(Denson, 2011)
	<b>3. 문제정의의 지원 원리</b>
	3.1 문제 확인과 명료화 과정에서 시각적 이미지로 표현하도록 하라 (권난주, 안재홍, 2012; 김성일, 2012; 나일주 외, 2010; Benami & Jin, 2002; Cross, 1984, 2006; Fortus et al., 2005; Roth, 1996)
	3.2 문제의 주인의식을 갖도록 학생들이 자신의 문제를 선택하고 목적을 정하도록 하라(Schunn, 2011)
	3.3 학습자가 자신의 경험을 떠올리도록 하라(Benami & Jin, 2002; 교 사들의 전략)
	3.4 활동계획서를 작성하게 하라(오희진, 김상달, 이용섭, 2005)
	3.5 학습목표를 재진술하여 문제를 정의하는 것을 고려하게 하라 (최유현, 1998)
	3.6 문제 상황에 감정 이입하여 직접 체험하고 서로 인터뷰하게 하라 (d.school, 2010)
	<b>4. 해결안 탐색 지원의 원리</b>
	4.1 문제 해결에 요구되는 교과 지식을 가르쳐라(김미희, 송현순, 2009; 김태훈, 2005; Roberts, 2013; 교사들의 전략)
	4.2 창의적 사고 기법을 가르쳐라(김성일, 2012; 김진섭, 2010; 최유현, 1998, 2003, 2004; Benami & Jin, 2012; Cropley & Cropley, 2010; Welch & Lim, 2000; Wong & Siu, 2012)
	4.3 다양한 예술적 기법을 활용하여 사고의 내용을 표현하도록 하 라(권난주, 안재홍, 2012)
	4.4 많은 양의 해결안을 생성하도록 하라(김영채, 2014; Welch & Lim, 2000)
	4.5 설계의 목적에 대해 사고하며 해결안을 찾도록 하라(Kelley, 2010)
	4.6 학습자가 자신의 경험을 떠올리도록 하라(김진섭, 2010; 송현순, 2001; Benami & Jin, 2002; Mentzer, 2011; Roth, 1996)
	4.7 다양한 보기의 제공 및 동료 활동 관찰의 기회 제공을 고려하 라(김미희, 송현순, 2009; Bamberger & Cahill, 2013; 교사들의 전략)
	<b>5. 지속적 성찰 지원의 원리</b>
	5.1 학습과정과 결과에 대해 성찰하도록 하라(백운수 외, 2012; 이영 태, 2013; 임철일 외, 2013; 최유현, 1998; Hung, 2006; Kolodner et al., 2003; Penner et al., 1998; Roth, 1996; Schunn, 2011)
	5.2 그림, 글 등 다양한 방법을 활용하도록 하라(Wendell & Rogers, 2013; 교사들의 전략)
	5.3 설계 과정과 의사결정 내용을 기록하도록 하라(최유현, 1998; Cunningham, 2009; Kelley et al., 2010)
	<b>6. 순환적 설계 과정의 지원 원리</b>
	6.1 문제정의부터 산출물 개발 및 수정의 과정이 순환적으로 이루 어지도록 안내하라(Dorst & Cross, 2001)
	6.2 해결안을 평가하고 수정할 기회를 제공하라(김진섭, 2010; 송현순,

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
	2001; Johnsey, 1995; Welch & Lim, 2000)
	6.3 실패의 원인을 분석하게 하라(김미희, 송현순, 2009; 김진섭, 2010; 송현순, 2001; Cunningham, 2009; 교사들의 전략)
	6.4 해결안의 평가 기준을 제시하라(김진섭, 2010; 송현순, 2001; Akinson, 2000; Cropley & Cropley, 2010; Howard et al., 2008; Johnsey, 1995; Welch & Lim, 2000)
	6.5 학습자가 평가 루브릭을 만들도록 하라(Eisenkraft, 2011)
	<b>7. 협력적 팀 구성의 원리</b>
	7.1 다양한 경험을 공유할 수 있도록 이질적으로 팀을 구성하라(이영태, 2013; Kolodner et al., 2003; Mentzer, 201; Nelson, 1994; Penner et al., 1998; Roth, 1996; Welch & Lim, 2000)
	7.2 의사소통의 수준을 고려하여 팀을 구성하라(Wendell & Rogers, 2013; 교사들의 전략)
	<b>8. 협력적 활동 지원의 원리</b>
	8.1 사고 내용을 시각적으로 표상하고 공유할 수 있도록 시각화 도구를 제공하라(Cunningham, 2009)
학습 환경	8.2 상호작용적인 의사결정 과정을 거쳐 활동하도록 의사결정의 방법을 안내하라(이영태, 2013; Cunningham, 2009)
	8.3 활동 시간을 제한하여 제시하라(d.school, 2010; 교사들의 전략)
	<b>9. 산출물 개발을 위한 도구 및 재료 선택의 원리</b>
	9.1 학생들에게 익숙하고 쉬운 재료를 제공하라(Burghardt, & Hacker, 2004)
	9.2 경제성과 효율성을 생각하여 재료를 선택할 수 있도록 재료의 양과 종류를 제한적으로 제공하라(Bamberger & Cahill, 2013; 교사들의 전략)
	9.3 학습 시간과 안전, 목적을 고려하여 제공할 도구의 종류와 재료의 완성도 정도를 결정하라(김성일, 2012; 교사들의 전략)

초기 교수설계 원리와 상세지침에 대한 설명은 다음과 같다.

#### ① 비구조화된 문제 개발의 원리

비구조화 설계 문제 개발의 상세지침은 초등 STEAM 교육 환경에 대한 고려와 공학 설계 문제의 특성을 반영한 것이다. 비구조화된 문제 개발의 원리에 대한 상세지침은 네 가지로 교과 개념과 원리의 활용, 설계 문제의 특성인 모순과 불일치, 제약조건, 학습 환경에 따라 문제를 구조화하라는 것이다.

설계 문제는 초등교과 교육과정에서 제시하는 내용을 학습할 수 있는 문제로 교사들의 실천적 방법인 성취기준을 확인한다는 내용을 상세지침



으로 제시하였다. 이는 교사들의 교수설계 실태에 대한 문제점과 교육과정을 가르쳐야 하는 교사들의 설계 상황을 고려한 것이다. 성취기준의 확인은 설계 문제의 맥락을 확장하여 문제를 설계하는 과정에 도움이 되기 때문이다. 또, 설계 문제는 학습자와 학습 환경의 특징을 반영하여 구조화되어야 한다. 학습자와 학습 환경을 고려하여 교수설계 하는 것은 일반적인 지침이나 산출물을 개발하는 과정을 포함한 설계 활동이 무리 없이 한정된 시간과 공간 속에서 이루어지기 위해서는 문제에서 학생들이 고려해야 할 수준과 범위를 조절하는 것이 중요하다.

비구조화 설계 문제 개발 원리의 상세지침 가운데 1.2와 1.3은 설계의 특징과 관련이 있다. 설계 문제는 문제 자체에 모순과 불일치를 갖고 있어 설계자의 가치와 경험이 반영된 의사결정을 요구하며 문제의 해결안이 또 다른 문제를 발생시킨다는 특징이 있다. 1.2의 상세지침은 학생들에게 문제에서 고려해야 할 여러 가지 요소가 충돌할 때 어떤 것을 우선적으로 고려할지에 대한 의사결정의 기회를 제공하기 위한 목적을 갖고 있다. 제한조건은 공학설계에서 강조된다. 설계가 이루어지는 실제상황에서는 의뢰인이 제시한 목적을 만족시키는 산출물을 개발한다고 할 때, 산출물이 만족시켜야 할 요소가 제한조건으로 제시될 수 있다. 교실 상황에서는 활동상에서 제한적 시간과 자원, 학습목표의 달성과 관련된 내용을 해결안이 충족해야 할 제한조건으로 제시할 수 있다.

## ② 몰입할 수 있는 맥락 제시의 원리

몰입할 수 있는 맥락 제시의 원리는 ‘학생들이 설계 활동에 흥미와 동기를 가지고 참여할 수 있도록 문제를 설계한다’이다. 학습자의 흥미와 경험의 활용, 문제의 가치, 감수성 어필에 대한 세 가지 상세지침으로 이루어졌다. 첫째, 학습자의 흥미와 경험을 활용하라. 교사들은 STEAM 수업에서 흥미를 강조하고 있다. 새롭고 신기한 물건의 제시나 학생들이 경험한 것과 관련된 소재가 학습자의 문제에 대한 몰입을 높인다. 둘째, 문제의 사회적 가치와 개인적 가치를 고려하라. 설계 문제에 학생들이 관심을 갖고 몰입하기 위해서는 개인적인 가치와 관련이 있거나 사회적으로 문제

를 해결하는 것이 중요함을 느끼도록 문제를 개발한다. 마지막은 ‘감수성을 어필하라’이다. 학생들의 감수성을 자극하는 것은 문제 해결에 책임감을 가지고 설계 활동에 참여할 수 있게 한다.

### ③ 문제정의의 지원 원리

문제정의의 지원 원리는 선행연구에서 제시한 구체적인 전략들을 중심으로 여섯 가지의 상세지침을 포함하고 있다. 3.1의 상세지침은 성인 학습자도 어렵게 느끼는 문제정의의 활동에서 학생들의 인지부하를 낮추고 학생들 간의 의사소통을 높이는 방법으로 문제를 시각적으로 표현하라는 내용이다. 3.2부터 3.6의 상세지침은 문제가 무엇인지 학생들이 정의하는 방법으로 선행연구에서 제시된 구체적인 교수전략을 제시한 것이다. 문제를 정의하기 위해 접근하는 방법으로 학생들의 경험 활용, 문제의 목적 상기, 감정 이입 등의 방법을 고려할 수 있다. 또, 3.6의 문제 상황에 감정 이입하여 체험하고 인터뷰하는 상세지침은 설계 사고를 교육하는 장면에서 활용하는 방법으로 역할극은 초등학생들이 흥미를 갖고 적극적으로 참여하는 학습 활동이라는 점에 착안하여 문제와 관련된 여러 당사자들의 입장이 되어 문제를 이해하고 정의하는 것을 목적으로 한다.

### ④ 해결안 탐색 지원의 원리

아이디어의 생성과 해결안 선택을 지원한다. 첫 번째 상세지침은 교사가 목적으로 하고 있는 교과 개념과 원리를 학습하고 이를 적용할 수 있도록 해야 함을 제시한 것이다. 두 번째 상세지침은 아이디어 생성은 창의적 결과와 밀접한 관련이 있으며 창의적인 아이디어를 많이 생각해 낼 수 있도록 창의적 사고 기법을 가르쳐야 한다는 내용이다. 세 번째는 학생들이 생각한 아이디어를 학습지에 글로 적는 것에서 벗어나 다양한 방법을 고려하라는 의미로 제안되었다. 자신의 생각을 표현하는 활동을 다양하게 하고 싶다는 학습자 인터뷰와 STEAM 교육에서 예술의 활용이 그리기, 만들기에 한정되어 있다는 사실을 반영한 것이다. 네 번째의 많은 양의 해결안 생성은 아이디어를 많이 생성하는 것이 좋은 해결안을 만들 확률이

높으며, 학생들은 문제를 확인한 후 바로 떠올린 생각에 고착화 되어 여러 가지 아이디어를 생각하지 않는다는 선행연구에 기초한 것이다. 4.5의 설계 목적을 생각하며 해결안 찾기의 상세지침은 학생들이 정보를 찾을 때 목적을 잃고 표류하는 경우가 많아 시간과 도구의 제공에 그치지 않고 계획적으로 학생들의 정보 수집을 안내할 필요가 있음을 주장한 선행연구에서 비롯된 것이다. 여섯 번째 상세지침은 설계자의 해결 과정에서 개인의 경험이 많은 영향을 미치며 제시된 문제와 유사한 과거의 문제 장면을 떠올리며 아이디어를 생각해 낸다는 점에서 초등학생들이 관련된 경험을 생각해 낼 수 있도록 유도할 필요가 있다는 내용이다. 마지막으로, 초등학생이 갖고 있는 사고와 경험은 한계가 있으며 무엇을 생각해야 할지 막막해하는 학생들을 지원하기 위해 교사가 이를 미리 계획해야 함을 제시하였다. 학생들이 아이디어를 생각할 수 있도록 마중물을 부어주는 방법으로 교사가 몇 가지 보기를 제시하거나 친구들의 아이디어를 관찰할 수 있도록 기회를 주는 것을 선행연구와 교사 인터뷰에 기초하여 제안하였다. 보기의 제시가 학생들에게 효과적인지에 대해서는 의견이 일치하지 않고 있으나 교사와 학생 인터뷰에서 교사의 보기 제시와 친구들의 활동 관찰이 학생들에게 도움이 되고 있음을 확인하여 이를 상세지침으로 제시하였다.

#### ⑤ 지속적 성찰 지원의 원리

지속적 성찰 지원의 원리는 활동을 통해 학습이 이루어질 수 있도록 성찰을 계속적으로 요구한다. 상세지침은 세 가지로, 성찰의 대상이 학습 결과뿐만 아니라 과정을 포함해야 함을 제시한 5.1의 상세지침과 성찰 방법의 5.2, 설계 과정이 어떻게 이루어졌는지 모둠 구성원 사이의 의사결정에 대한 내용을 정리하도록 한 5.3의 상세지침을 선행연구에 근거하여 제시하였다.

#### ⑥ 순환적 설계 과정 지원 원리

순환적 설계 과정 지원 원리는 분석, 생성, 평가의 활동이 순환, 반복적으로 이루어지도록 지원한다. 다섯 가지의 상세지침을 포함한다. 설계

과정이 단선적 활동으로 이루어지고 있다는 선행연구의 주장에 근거하여 설계 활동이 단계로 제시되었으나 반복될 수 있음을 첫 번째 상세지침으로 제안하였다. 두 번째 상세지침은 평가를 통해 수정 사항을 확인하고 재설계를 할 수 있도록 안내할 것을 제안한 내용이다. ‘실패의 원인을 분석하라’는 상세지침은 학생들이 설계 결과가 잘못되었을 경우 포기하고 수정하려하지 않으며 왜 실패했는지에 대해 분석하지 않는다는 교사들과의 인터뷰와 선행연구에 기초하여 이를 해결하기 위한 교사의 지원이 필요함을 제시한 것이다. 네 번째 상세지침인 해결안 평가 기준의 제시는 학생들이 설계 활동을 수정하기 위해서는 산출물을 어떻게 평가해야 할지에 대해 기준이 제시되어야 할 필요성이 있다는 선행연구와 관련이 있다. 마지막의 ‘학습자가 평가 루브릭을 만들도록 하라’는 루브릭의 사용이 학습자가 자신의 학습활동을 지속적으로 되돌아보며 산출물을 수정하고 학습을 주도적으로 할 수 있게 하였다는 선행연구에 근거하였다. 평가 루브릭 작성의 내용은 인터뷰한 네 명의 교사들 가운데 세 명의 교사들이 중요성은 알겠으나 현장에서 실천하기 어렵다고 응답한 것이었다. 그러나 한 교사는 실제로 학생들에게 평가 루브릭을 작성할 기회를 주었더니 학생들이 평가 기준을 타당하게 설정하고 기대 이상으로 자신들의 결과물을 평가했다고 하여 학습자의 평가 루브릭 작성을 상세지침의 하나로 제시하였다.

#### ⑦ 협력적 팀 구성의 원리

협력적 팀 구성의 원리는 협력적으로 설계 활동이 이루어지도록 팀을 구성한다. 첫 번째, 이질적으로 팀을 구성한다. 설계자의 경험이 의사결정에 많은 영향을 미치기 때문에 다양한 의견을 공유할 수 있도록 팀을 구성해야 한다. 둘째, 의사소통 수준에 따라 팀을 구성한다. 활동을 이끄는 학생이 있는 팀과 그렇지 않은 팀의 활동 수준이 다르다는 교사 인터뷰에 착안하였다.

#### ⑧ 협력적 활동 지원의 원리

협력적 활동 지원의 원리는 설계 활동을 협력적으로 원활하게 하도록

협력의 방법을 지원한다. 첫 번째 상세지침은 ‘의사소통을 원활하게 하기 위한 방법으로 시각화 도구의 제공을 제시하라’이다. 여러 명이 자신의 생각을 표현하고 다른 학습자를 이해시키기 위해서는 시각적으로 보여주는 것이 효과적이며 시각화하여 사고 내용을 공유하는 과정에서 자신의 이해도 높일 수 있다. 두 번째, ‘의사결정의 방법을 안내하라’이다. 여러 의견이 제시되는 가운데 더 좋은 해결안을 선택하는 등 설계 과정에서 지속적으로 나타나는 의사결정의 순간에서 어떻게 서로의 의견을 절충하고 결정할 것인지에 대해 가르쳐야 한다. 셋째, ‘활동 시간을 제한하여 제시하라’이다. 정해진 수업 시간에 활동이 이루어져야 한다는 측면과 하나의 활동 시간이 15분을 넘기면 학습자의 집중도가 떨어진다고 인터뷰한 교사의 경험적 지식을 반영한 것이다. 또, 시간의 제한은 학생들의 활동이 늘어지지 않고 서로 도우며 문제를 해결해야 할 제한 조건으로 작용한다.

#### ⑨ 산출물 개발을 위한 도구 및 재료 선택의 원리

산출물 개발을 위한 도구 및 재료 선택의 원리는 산출물을 만들기 위해 교사가 준비해야 할 도구와 재료를 선택한다. 첫 번째 상세지침은 ‘학생들이 익숙하게 다룰 수 있는 재료를 제공하라’이다. 설계 활동의 목적을 사고 활동에 중점을 두는 것과 관련이 있다. 제한된 시간 내에 활동이 이루어지기 때문에 자료 활용에 시간이 많이 소요된다면 다른 활동 시간을 축소시켜야 하기 때문이다. 둘째, ‘경제성과 효율성을 생각하며 재료의 양과 종류를 제한하라’이다. 재료의 제공에 있어서도 학생들의 창의적 사고와 인성교육 차원에서 한 번 더 생각하고 선택하도록 한다는 선행연구와 교사 인터뷰에서 확인한 내용이다. 마지막 상세지침인 ‘학습 시간과 안전, 목적을 고려하여 제공할 도구의 종류와 재료의 완성도 정도를 결정하라’는 도구를 선택할 때 안전사고를 유의해야 하며 학습시간과 학습목적 고려하여 학생들에게 나눠줄 재료의 가공 정도를 결정한다는 교사 인터뷰에서도 출한 전략이다. 이는 학생들의 기능 발달 정도와 안전사고에 대비해야 하는 교사의 계획이 요구되는 것과 관련이 있다.

## 2. 전문가 타당화

개발한 교수설계 원리의 내적 타당성을 확인하기 위해 전문가에게 세 번에 걸쳐 검토를 받았으며 검토 의견을 반영하여 교수설계 원리를 수정하였다.

### 가. 1차 타당화 및 수정

1차 전문가 타당화는 STEAM 교육에 대한 연구를 수행한 연구자, 설계 원리 개발이나 공학설계 경험이 있는 교수설계자, 초등 STEAM 수업을 실행하고 있으며 수업컨설턴트로 활동하고 있는 교사로 구성하였으며 총 5명에게 실시하였다. 타당화는 교수설계 원리 도출과정에 대한 타당성, 교수설계 원리의 전반적인 타당성, 교수설계 원리와 상세지침 각각에 대한 검토로 이루어졌다. 도출과정에 대한 타당화 결과는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> 초기 교수설계 원리 도출과정 타당화 결과

문항	전문가					평균	표준편차	CVI	IRA
	E	F	G	H	I				
관련문헌 탐색의 적합성	3	3	4	3	4	3.4	0.5	1	0.2
용어의 적절성	3	4	4	2	4	3.4	0.96	0.8	
선행문헌 고찰 결과 요약 및 해석의 적절성	3	3	4	2	4	3.2	0.82	0.8	
조직화의 적절성	2	4	3	2	4	3	0.96	0.6	
선행문헌 고찰 결과 반영의 적절성	2	4	3	3	3	3	0.82	0.8	

타당화 결과, 교수설계 원리의 조직에 대한 문항의 CVI 점수가 .6으로 교수설계 원리의 조직화가 적절하지 않은 것으로 나타났다. 전문가들은 구성요소에 설계와 교수설계 요소가 혼재되어 일관성이 부족하며 창의적 설계 활동에서 사고 과정만 구성요소로 제시된 것을 문제점으로 제시하였다. 이는 창의적 설계 활동에서 체험활동과 관련된 내용을 학습 환경을 위한

교수설계 요소로 제시하였으나, 사고와 체험활동의 관계가 드러나지 않아 수정의 필요성을 제기한 것으로 보인다. 이외에도 구성요소의 하나인 ‘설계 사고 과정’이라는 용어의 의미가 모호하다고 하였다. 이러한 전문가들의 평정 점수와 제시된 의견을 통해 구성요소와 해당 교수설계 원리를 전반적으로 재구조화해야 함을 확인하였다.

전반적인 교수설계원리의 타당화 결과는 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> 초기 교수설계 원리 전반에 대한 타당화 결과

문항	전문가					평균	표준 편차	CVI	IRA
	E	F	G	H	I				
타당성	4	3	3	3	4	3.40	0.55	1	0.67
설명력	3	3	3	4	3	3.20	0.45	1	
유용성	3	3	3	3	3	3.00	0	1	
용어의 이해도	3	3	3	2	3	2.80	0.45	0.8	
보편성	4	4	3	3	3	3.40	0.55	1	
이해성	3	4	3	2	3	3.00	0.71	0.8	

교수설계 원리의 타당화 문항 가운데 용어의 이해도와 유용성, 이해성 항목은 낮은 점수를 받았다. 그 이유로 사용된 용어가 추상적이며 설명이 명확하지 않기 때문이라고 하였다. 내용 진술과 용어의 문제가 교수설계 원리의 이해에 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 또, 유용성 측면에서 전문가들은 고려해야 할 항목들이 많다는 것과 설계 과정의 활동 단계에 따른 학습자 사고 지원을 위한 구체적 안내가 필요하다는 측면에서 수정이 필요하다고 하였다. 이외에 창의적 설계의 산출물 유형에 대한 고려가 필요하다는 의견이 제기되었다. 이러한 전문가의 의견을 종합하면, 용어의 수정과 중점 산출물 유형의 표시, 설계 활동 단계에 따른 학습자 지원 내용의 구체화, 교수설계 원리와 상세지침의 수 조절이 필요하다고 할 수 있다.

개별 교수설계 원리와 상세지침에 대한 전문가의 검토 결과는 <표 IV-7>과 같다.

전문가 G는 구성요소와 교수설계 원리의 재조직이 우선되어야 한다는

점에서 개별 설계원리에 대한 평정은 하지 않아 G를 제외한 4명의 전문가가 평정한 점수만 정리하였다(자세한 결과는 [부록 2]참고).

<표 IV-7> 초기 교수설계 원리 타당화 결과

구성 요소	교수설계 원리	전문가				평균	표준 편차	CVI	IRA
		E	F	H	I				
비구조 문제 설계	1. 비구조화 설계 문제 개발 의 원리	4	3	3	3	3.25	0.5	1	1
	2. 몰입할 수 있는 맥락 제시	4	4	4	3	3.75	0.5	1	1
	3. 문제정의의 지원 원리	4	3	4	2	3.25	0.96	0.75	0.57
설계 사고 과정	4. 해결안 탐색 지원의 원리	4	3	4	4	3.75	0.5	1	0.63
	5. 지속적 성찰 지원의 원리	4	4	4	4	4.00	0	1	1
	6. 순환적 설계 과정의 지 원 원리	4	4	4	4	4	0.00	1	0.83
학습 환경	7. 협력적 팀 구성의 원리	4	4	3	4	3.75	0.5	1	1
	8. 협력적 활동 지원의 원리	4	4	4	4	4.00	0	1	1
	9. 산출물 개발을 위한 도구 및 재료 선택의 원리	3	3	4	4	3.50	0.58	1	0.5

교수설계 원리는 모두 3.25 이상의 평균값을 나타내 대체적으로 타당한 것으로 전문가들이 평정한 것으로 해석할 수 있으나 문제정의의 지원 원리는 CVI 값이 .75로, 수정이 필요한 것으로 나타났다. 전문가 I는 예술을 중심으로 STEAM 교육을 하고 있는 교사로, ‘문제정의’라는 용어가 이해되지 않는다는 점에서 2점으로 평정한 것이 결과에 영향을 미쳤다. 설계 과정에서 이루어지는 문제정의에 대한 교사들의 이해가 명확하지 않은 것으로 해석할 수 있다. 문제정의의 이해 부족으로 상세지침의 타당성을 낮게 평가하였으나 문제가 무엇인지 학생들이 스스로 정의할 수 있어야 한다는 것과 문제정의 의미를 설명하여 이해부족을 해결할 수 있다는 점에서 용어를 수정하지 않았다.

한편, 평정자간 일치도인 IRA 값은 문제정의의 지원 원리, 해결안 탐색 지원의 원리, 산출물 개발을 위한 도구 및 재료 선택의 원리와 상세지침에 대한 전문가들의 의견은 일치하지 않는 것으로 확인되었다. IRA의 값은



해당 교수설계 원리와 이에 대한 상세지침 문항 가운데 CVI 값이 1인 문항의 수를 전체 문항으로 나누어 계산한 결과로 문제정의의 원리와 상세지침 7개의 문항 가운데 3.1, 3.2, 3.3, 3.5의 상세지침은 CVI 값이 1로 IRA 값이 .57(=4/7)로 나타났다. 이밖에도 상세지침 가운데 8개의 항목은 CVI 값이 .80 미만으로 나타났다(<표 IV-8> 참고).

<표 IV-8> 초기 교수설계 원리의 상세지침 중 수정이 필요한 상세지침

구성 요소	상세지침	평균	표준 편차	CVI
설계 사고 과정	3.4 활동계획서를 작성하게 하라	3.00	1.16	0.5
	3.6 문제 상황에 감정 이입하여 직접 체험하고 서로 인터뷰하게 하라	3.50	1	0.75
	4.2 창의적 사고 기법을 가르쳐라	3.50	1	0.75
	4.3 다양한 예술적 기법을 활용하여 사고의 내용을 표현 하도록 하라	2.75	0.96	0.5
	4.6 학습자가 자신의 경험을 떠올리도록 하라	3.50	1	0.75
	6.4 해결안의 평가 기준을 제시하라	3.25	0.96	0.75
학습 환경	9.1 학생들에게 익숙하고 쉬운 재료를 제공하라	3.25	0.96	0.75
	9.2 경제성과 효율성을 생각하여 재료를 선택할 수 있도록 재료의 양과 종류를 제한적으로 제공하라	3.50	1	0.75

상세지침이 타당하지 않다고 한 전문가들은 교수설계 원리에 해당 상세지침의 연관성이 부족한 것과 상세지침 자체의 타당성에 문제가 있어 수정이 필요하다는 응답을 하였다. 기타의견으로 상세지침의 추가 내용과 문장의 진술, 이해를 높이기 위한 교수설계 원리 제시의 방법에 대한 내용이 있었다. 협력활동을 위한 규칙 만들기과 창의적 사고 지원을 위한 발산적, 수렴적 사고기법의 구체적 안내, 설계 과정, 산출물 유형에 대한 내용이 제시되어야 한다는 의견이 있었다.

전문가 타당화 결과, 전체 구조 속에서 살펴볼 때 구성요소와 교수설계 원리, 교수설계 원리와 상세지침의 제시 수준이 상이하여 체계성과 대표성에 문제가 있는 것으로 확인되었다.

이상의 전문가들이 제시한 의견과 이를 반영한 사항은 <표 IV-9>와 같다.

<표 IV-9> 1차 전문가 의견 및 개선 사항

전문가 의견 구분		개선사항
조직화	구성요소, 교수설계 원리, 상세지침 재구조화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계 목적, 설계 과정, 산출물로 구성요소 수정</li> <li>• 구성요소에 따라 교수설계 원리와 상세지침 재구조화</li> </ul>
진술 형식	내용 이해를 위한 문장 진술 및 형식 고려	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교수설계 원리와 상세지침의 문장 진술의 주체 제시</li> <li>• 상세지침 가운데 구체적으로 제시할 수 있는 내용은 하위지침으로 제시</li> </ul>
추가 지침	협력활동 설계 과정 산출물 유형 창의적 사고 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 협력을 위한 규칙 제시</li> <li>• 설계 과정의 단계 제시</li> <li>• 물리적 실체를 가진 제품을 산출물로 하는 것 강조</li> <li>• 발산적, 수렴적 사고 방법 제시</li> </ul>

## 나. 2차 전문가 타당화

### (1) 2차 교수설계 원리 개발

1차 전문가 타당화 결과 구성요소의 적합성이 문제점으로 제기되어 이에 따라 2차 교수설계 원리는 1차 교수설계 원리의 내용을 초기화하여 재구성되었다. 구성요소가 수정되면서 이와 관계를 맺고 있는 원리를 재도출하게 되며 상세지침은 이러한 원리의 적용 방법을 안내해야 하기 때문에 1차 교수설계 원리에 대한 전문가의 의견을 기초로 하면서 선행문헌과 교사, 학습자와의 면담, 수업 관찰 내용을 재검토하여 2차 교수설계 원리를 개발하였다. 1차 전문가 타당화 결과, 전문가들의 의견이 구성요소와 교수설계 원리의 조직화가 타당하지 않다는 것으로 나타나 구성요소와 이에 대한 상세지침을 재조직하여 교수설계 원리를 도출하고 상세지침을 수정하는 것에 초점을 두고 2차 교수설계 원리를 개발하였다.

구성요소는 교수설계 요소와 설계 요소가 혼재되어 일관성이 부족하다는 전문가의 의견을 반영하여 선행연구에서 설계에 대한 정의를 중심으로 도출한 ‘목적’, ‘과정’, ‘산출물’을 구성요소로 수정하였다. 설계는 ‘목적’이

있는 활동으로, ‘설계 목적’은 크게 두 가지의 의미를 포함한다. 하나는 설계 활동이 목적을 가진 인간의 의도적 행위라는 설계의 정의에서의 목적이며, 또 다른 하나는 교사가 교육 현장에 설계 활동을 활용하는 목적인 교수 목적이라고 할 수 있다. 첫 번째의 설계 목적은 학생들이 접하는 문제해결을 위한 설계 목적이 된다. 두 번째의 설계 목적은 학생들이 창의적으로 실생활의 문제를 해결하는 경험을 할 수 있도록 창의적 설계 활동을 설계하는 것이다. STEAM 교육에서 설계 활동의 목적은 학습자로 하여금 여러 교과와 지식을 통합하여 문제를 해결하는 경험을 제공하는 것에 있다. 구성요소로서 ‘목적’의 의미는 교수자에게는 학생들의 창의적 문제해결력과 교과 흥미를 높이기 위한 교수자의 의도이면서 학습자에게는 제시된 설계 문제를 적극적으로 해결하고자 하는 동기를 갖고 문제해결에 참여할 수 있어야 한다는 측면에서의 ‘목적’을 의미한다.

‘설계 과정’은 창의적 설계 결과물을 산출하기 위한 창의적 사고 과정과 이를 구현하는 활동으로 구성된다. 도구, 산출물(artifact)의 상태는 설계하는 과정과 산출물 개발에 영향을 주며, 산출물은 학습의 결과이기도 하지만 학생들의 의사소통과 상호작용을 촉진하여 사고를 이끌어내는 역할을 하고 있어 설계를 통한 학습에 중요한 영향을 미친다. 설계의 과정은 비구조화된 설계 문제를 정의하고 아이디어를 생성, 해결안을 선택하고 산출물을 개발하는 것으로 이루어진다. 이를 단계로 구분하면, ‘문제 확인 및 정의, 자료 조사 및 아이디어 생성, 해결안 선택, 모델 제작 및 수정, 발표 및 평가’로 표현할 수 있다. 이 과정에서 사고 내용을 공유하기 위한 시각화와 창의적 아이디어 생성과 선택을 위한 발산적, 수렴적 사고가 필요하다. 설계 과정은 평가를 통해 지속적으로 활동 내용을 수정하는 순환적 형태로 나타난다.

‘설계 산출물’은 유·무형의 것이 될 수 있으나 이 연구에서는 물리적 실체를 가진 결과물로 정의하였다. 물리적 실체를 산출물로서 개발하는 설계 활동은 시간과 재료, 도구가 다른 산출물 제작에 요구되는 것보다 많은 만큼 산출물 제작의 설계 활동의 목적에 대한 교수자의 명확한 이해가 필요하다. 초등학생의 산출물 제작은 기능과 도구, 재료의 부족으로 기대한

형태의 것을 만들기 어려우며 포기하기 쉽다는 점에서 산출물 제작의 목적에 따른 평가 기준과 학습자를 독려하기 위한 계획이 있어야 한다.

위의 세 가지 구성요소를 기준으로 교수설계 원리와 이를 위한 상세지침을 재구성하여 2차 교수설계 원리 및 상세지침을 개발하였다(<표 IV-10> 참고). 2차 교수설계 원리는 일곱 개의 교수설계 원리와 36개의 상세지침으로 이루어졌다. 구성요소의 수정과 교수설계 원리, 상세지침의 재구조화와 함께 교수설계 원리의 이해성을 높이기 위해 상세지침에 대한 하위 지침을 추가하였으며 예시도 제시하였다. 예컨대, 1.2의 상세지침을 구현하기 위한 구체적 설명을 1.2.1로 표시하였다. 하위 지침은 교사들과의 인터뷰에서 나타난 교수전략의 내용을 주로 반영하였다.

<표 IV-10> 2차 교수설계 원리 및 상세지침

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 목적	1. 가치성의 원리
	1.1 성취기준을 분석하여 학습자가 학습해야 할 교과의 개념과 원리를 확인하고 이를 적용하여 설계가 이루어지는 문제를 개발하라
	1.2 학습자가 창의적으로 사고하여 아이디어를 생성하고 선택할 수 있도록 비구조화된 문제를 개발하라
	1.2.1 수업시간, 학습자의 인지와 기능 수준을 고려하여 구조화의 정도를 조절하라
	1.3 모든 학습자가 성공할 수 있는 문제를 개발하라
	1.4 개인적, 사회적으로 가치가 있는 실생활의 문제를 개발하라
	2. 유인성의 원리
	2.1 설계문제 상황에 학습자가 관심을 갖고 흥미 있어 할 소재나 도구를 활용하라. (예: 학습자의 실생활과 연관 짓거나 처음 보는 신기한 도구를 보여주며 흥미유발)
	2.2 교사가 기대하는 학습결과 수준을 평가 계획을 통해 명확히 하라 (예: 평가내용-협력과정, 문제해결과정, 개발한 제품의 형태/평가시기/평가방법-교사관찰, 자기평가, 동료평가)
	3. 단계의 단순성의 원리
	3.1 ‘문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모델 제작 및 수정-발표 및 평가’의 과정을 계획하라

3.2 각각의 단계마다 학습자가 학습 진행 과정과 학습내용, 활동에 대해 평가하고 다음 단계에 적용하도록 계획하라

3.3 단계마다 학습자의 수행 과정과 내용을 발표하고 피드백하는 계획을 세워라

3.4 단계별 활동이 평가활동을 통해 순환, 반복되도록 단계별 목적을 제시하라

#### 4. 방법의 지원성의 원리

4.1 문제가 무엇인지 이야기하는 문제정의를 위해 학습자의 경험을 활용할 수 있도록 역할극을 계획하라(예: 문제 상황을 역할극으로 구성하고 해당 인물이 되어 문제 상황에서의 감정, 요구 사항 등을 인터뷰를 통해 알아내는 것)

4.2 아이디어 생성을 위한 자료조사의 방법과 발산적 사고기법의 활용안내를 계획하라

4.2.1 관련 교과학습내용의 교수방법을 계획하라

4.2.2 자료조사의 방법과 범위를 계획하라(예: 자료 찾는 목적, 주제, 키워드의 제시)

4.2.3 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캠퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법을 고려하라

4.2.4 어떤 아이디어도 긍정적으로 반응해야 하는 규칙을 세워라(예: 무비판, 무평가, 긍정적 반응의 규칙 제시)

4.3 해결안 선택을 위한 분석틀과 수렴적 사고기법의 활용 계획을 세워라

4.3.1 사회적 가치, 경제적 효율성, 관련 이해집단을 고려해야 함을 안내하라

4.3.2 아이디어간의 장점과 단점을 분석하여 또 다른 해결안을 만들 수 있음을 안내하라(예: 여러 해결안을 비교, 분석하여 단점을 보완하고 장점을 최대화할 수 있도록 안내)

4.3.3 PMI, 평가행렬법 등의 수렴적 사고기법을 고려하라

4.4 해결안 선택 과정에서 모델링 활동이 충분히 이루어지도록 계획하라

4.4.1 평면이나 입체로 선택한 아이디어를 구현할 수 있도록 재료와 시간을 제공하라

4.4.2 모델 제작 전에 해결안의 적용과 수정을 반복하도록 하라(예: 재료의 성질 파악과 해결안평가를 위해 선택한 해결안들을 계획한대로 구성해 보는 시간 제공)

4.5 모델이 성공적이도록 지원 계획을 세워라

4.5.1 실패의 원인이 해결안 자체인지 기능 미숙 때문인지를 찾도록 안내하라

4.5.2 수정의 과정에서 다른 모둠의 학습자들의 해결 방안을 관찰하거나 도움을 주고받을 수 있도록 안내하라

설계  
활동  
과정

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 활동 과정	4.6 발표와 평가의 단계에서 설계 과정과 학습내용을 성찰하고 발표할 수 있도록 발표방법을 계획하라
	5. 자원의 제한성의 원리
	5.1 학습자의 활동시간이 15분을 넘지 않도록 계획하라
	5.2 활동에 필요한 도구, 재료와 함께 그렇지 않다고 생각되는 것들도 준비하고 이 가운데 학습자가 경제성, 효율성의 원리에 따라 도구, 재료를 선택, 교환하도록 계획하라
	5.3 도구나 재료를 원기능과 관계없이 사용하는 것에 대해 허용하라
	5.4 안전과 사용목적에 고려하여 제공할 도구를 결정하라
	6. 형태의 협력성의 원리
	6.1 팀 빌딩 시간을 계획하여 협력의 규칙, 구성원별 역할, 협력활동 평가방법을 정하라
	6.2 학습자의 의사소통 성향, 학습수준, 성별이 다르도록 모둠을 구성하라
	6.3 사고과정을 공유할 수 있도록 스케치북, 찰흙, 포스트잇 등 시각화할 수 있는 재료를 제공하라
산출 물	7. 만족성의 원리
	7.1 모둠 구성원이 만족하는 결과를 얻기까지 내적 동기를 가지고 수정하고 성공할 수 있도록 독려 계획을 세워라(예: 실패를 통해 성공한 사례 제시)

구성요소에 따른 교수설계 원리와 상세지침에 대한 설명은 다음과 같다. ‘설계 목적’의 구성요소에 대한 교수설계 원리는 ‘가치성의 원리’와 ‘유인성의 원리’로, ‘가치성의 원리’는 문제 해결이 학생들에게 가치 있는 목적을 갖도록 문제가 설계되어야 하는 것이며 ‘유인성의 원리’는 문제해결 활동에 적극적으로 참여하고자 하는 동기를 불러일으킬 수 있도록 설계 문제를 개발하는 것이다.

‘설계 활동 과정’의 교수설계 원리는 ‘단계의 단순성의 원리’, ‘방법의 지원성의 원리’, ‘자원의 제한성의 원리’, ‘형태의 협력성의 원리’이다. ‘단계의 단순성의 원리’는 초등학생 수준에 맞는 설계 과정의 제시와 평가를 통해 설계 과정을 지속적으로 수정하도록 안내하는 것이다. ‘방법의 지원성의 원리’는 학생들의 예상되는 어려움과 성찰을 지원하기 위한 방법들

계획하는 것이다. ‘자원의 제한성의 원리’는 학습자원을 제한적으로 제시하는 것이다. ‘형태의 협력성의 원리’는 설계 활동이 협력적으로 이루어지기 위한 환경을 마련하는 것이다.

‘산출물’의 구성요소의 교수설계 원리는 ‘만족성의 원리’로 학생들의 내적 동기를 고취시키는 것이다.

## (2) 2차 전문가 검토

2차 전문가 검토에는 1차 검토에 참여한 교수설계자 2명과 새로운 전문가로 교수설계자 1인, 현장 STEAM 수업 전문가 1명을 포함하여 4명이 참여하였다. <표 IV-11>은 교수설계 원리의 도출과정에 대한 타당화 결과이다.

<표 IV-11> 2차 교수설계 원리 도출 과정에 대한 타당화 결과

문항	전문가				평균	표준 편차	CVI	IRA
	E	F	J	L				
관련문헌 탐색의 적합성	4	4	3	4	3.75	0.50	1	1
용어의 적절성	3	4	3	4	3.50	0.58	1	
선행문헌 고찰 결과 요약 및 해석의 적절성	4	3	3	4	3.50	0.58	1	
조직화의 적절성	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
선행문헌 고찰 결과 반영 의 적절성	4	3	3	4	3.5	0.58	1	

평균 3.5 이상으로 교수설계 원리 도출 과정에 대한 평가를 받았으나 새롭게 타당화에 참여한 J의 평정 점수는 3점으로 추가적인 개선점을 제시하였다. 구성요소는 설계 목적이나 제시된 교수설계 원리의 상세지침 내용은 모두 문제와 관련되어 있으며 STEAM 교육 맥락에서 이루어지는 만큼 교과 통합에 대한 언급이 이루어져야 한다고 하였다. 1차 전문가 타당화에 참여한 E는 1차에 비해 개선되었으나 여전히 수정될 표현들이 있다고 하였으며 F는 선행문헌의 내용에서 더 나아가 교수설계 원리가 적용될 초등맥락을 반영한 구체적 지침이 추가될 필요가 있다고 하였다.

교수설계 원리가 전반적으로 타당한지에 대한 결과는 <표 IV-12>와 같다.

<표 IV-12> 2차 교수설계 원리 전반에 대한 타당화 결과

문항	전문가				평균	표준 편차	CVI	IRA
	E	F	J	L				
타당성	4	4	3	4	3.75	0.50	1	1
설명력	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
유용성	4	3	3	4	3.50	0.58	1	
용어의 이해도	3	3	3	4	3.25	0.50	1	
보편성	4	3	3	4	3.50	0.58	1	
이해성	3	4	3	4	3.50	0.58	1	

평정결과, 평균점수 3.25부터 3.75의 결과를 받았으며 가장 낮은 점수를 받은 것은 용어의 이해도에 대한 부분이었다. E는 교수설계 원리의 항목별 주체가 누구인지 파악하기 쉽지 않다는 것과 교수설계 원리와 상세 지침 간의 관계가 보다 명료해야 한다고 하였다. J는 원리가 많고 하위 지침까지 있어 복잡하게 보이며 교수설계 원리를 쉽게 이해하기 위한 구성이 필요하다고 하였다. F는 교수설계 원리가 각각의 특징이 드러날 수 있도록 해야 하며 그에 맞는 상세지침을 제시해야 할 필요성을 제기하였다. 이러한 의견들을 통해 교수설계 원리의 이해와 설명력을 높이기 위한 수정이 필요함을 확인하였다. 개별 교수설계 원리에 대한 타당화 결과는 <표 IV-13>과 같다(전체 결과는 [부록 3] 참고).

<표 IV-13> 2차 개별 교수설계 원리에 대한 타당화 결과

구성 요소	교수설계 원리	전문가				평균	표준 편차	C V I	IRA
		E	F	J	L				
설계 목적	가치성	4	3	2	4	3.25	0.96	<b>0.75</b>	<b>0.5</b>
	유인성	4	4	3	4	3.75	0.50	1	<b>0.67</b>
설계 활동 과정	단계의 단순성	3	2	3	4	3	0.82	<b>0.75</b>	0.8
	방법의 지원성	4	4	3	4	3.75	0.50	1	0.83
	자원의 제한성	4	4	3	4	3.75	0.50	1	<b>0.75</b>
	형태의 협력성	4	4	4	4	4	0.00	1	1
산출물	만족성	4	4	2	4	3.5	1.00	<b>0.75</b>	<b>0.5</b>



평균값은 3점부터 4점까지 분포되었으나 평가자간 일치도 지수(IRA)가 ‘단계의 단순성’, ‘방법의 지원성’과 ‘형태의 협력성’의 원리를 제외하고 .80 미만으로 나타나 전문가 간의 의견이 일치되지 않은 것으로 나타났다. 이는 E, F는 1차부터 타당화에 참여했으며 1차에서 제시한 의견을 반영하여 2차 교수설계 원리를 개발하였기 때문에 긍정적으로 평가한 반면, 처음 참여한 J는 2점으로 평정한 문항이 많았기 때문이다. STEAM 수업을 하고 있으며 컨설턴트로 활동하고 있는 교사인 L도 타당화에 처음 참여하였으나 교수 경험에 비추어 교수설계 원리를 긍정적으로 평정하였다. ‘가치성’과 ‘단계의 단순성’, ‘만족성’의 교수설계 원리와 7개 상세지침의 CVI 값이 .80 미만으로 나타나 수정의 필요성을 확인하였다(<표 IV-14> 참고).

<표 IV-14> 2차 교수설계 원리의 상세지침 중 수정이 필요한 상세지침

구성 요소	상세지침	평균	표준 편차	CVI
설계 목적	1.3 모든 학습자가 성공할 수 있는 문제를 개발하라	3.25	0.96	0.75
	1.4 개인적, 사회적으로 가치가 있는 실생활의 문제를 개발하라	3.25	0.96	0.75
	2.1 설계문제 상황에 학습자가 관심을 갖고 흥미 있어 할 소재나 도구를 활용하라	3.50	1.00	0.75
설계 활동 과정	4.1 문제가 무엇인지 이야기하는 문제정의의 위해 학습자의 경험을 활용할 수 있도록 역할극을 계획하라	3.50	1.00	0.75
	4.2.1 관련 교과학습내용의 교수방법을 계획하라	3.50	1.00	0.75
	4.4 해결안 선택 과정에서 모델링 활동이 충분히 이루어지도록 계획하라	3.50	1.00	0.75
	5.1 학습자의 활동시간이 15분을 넘지 않도록 계획하라	3.00	1.15	0.5

1.3의 상세지침은 모든 학습자가 성공할 수 있는 문제가 아니라 도전적인 문제이어야 한다는 점에서 타당하지 않다는 의견이 있었으며, 1.4는 개인적, 사회적으로 가치있는 문제가 어떤 것인가가 명확히 드러나지 않은 점이 문제로 제시되었다. 2.1의 학습자의 관심과 흥미를 높이기 위한 재료와 도구의 사용에 대해 타당하지 않은 이유로 설계 목적의 구성요소와 관

런성이 없다고 하였다. 역할극으로 문제정의 활동을 지원하라는 4.1의 상세지침에 대해서는 여러 가지 활동이 가능하므로 역할극으로 전략을 한정하는 것이 타당하지 않다고 하였다. 4.2.1은 4.2의 하위 내용으로 보기 어렵다는 점에서 타당하지 않은 것으로 평가되었다. 4.4의 상세지침에 대해, 해결안을 선택하는 것과 모델 제작을 위한 내용은 별개의 것으로 구분되어야 한다며 타당하지 않다고 하였다. 5.1의 상세지침도 교사의 경험에서 제시된 ‘15분’의 근거가 명확하지 않다는 점에서 타당하다고 보기 어렵다는 점에서 평정 점수가 낮게 나왔다.

각각의 교수설계 원리와 상세지침의 문항에 대해 전문가들은 타당하다고 하면서도 진술의 수정이 필요함을 제기하였다. 전문가들의 개별 교수설계 원리와 상세지침에 대한 상반된 의견은 연구자의 의사결정에 따라 수정할 사항들을 종합하여 표로 나타내고 이를 반영하여 교수설계 원리와 상세지침을 수정, 삭제, 추가하였다(<표 IV-15> 참고).

<표 IV-15> 2차 전문가 타당화 의견을 반영하여 수정한 사항

수정 내용	2차 교수설계 원리와 상세 지침 중 해당 부분
구성요소와 교수설계 원리의 재조직	<ul style="list-style-type: none"> <li>구성요소 중 ‘설계목적’을 ‘설계문제’로 수정</li> <li>‘단계의 단순성의 원리’를 ‘단계별 활동의 충실성의 원리’와 ‘설계의 순환 반복성의 원리’로 수정</li> <li>‘방법의 지원성의 원리’를 ‘지식 활용 지원성의 원리’, ‘창의적 사고 지원성의 원리’, ‘시각화 지원성의 원리’, ‘산출물 완성 지원성의 원리’로 구분</li> <li>‘형태의 협력성의 원리’는 ‘활동 형태의 협력성의 원리’로 수정</li> <li>‘만족성의 원리’는 ‘평가성의 원리’로 수정</li> </ul>
원리와 지침간의 관계에 따라 재구조화	<ul style="list-style-type: none"> <li>교수설계 원리의 재조직에 따른 상세지침의 수정 및 이동, 삭제</li> </ul>
전문가의 제안에 따라 새롭게 추가된 원리나 지침	<ul style="list-style-type: none"> <li>‘교과 통합성의 원리’ 추가</li> <li>공학설계 특징인 설계 목적과 제한요소 강조</li> <li>교과 통합에 대한 내용을 교수설계 원리로 추가</li> <li>수렴, 발산적 사고기법 제시</li> <li>학습상황에 따른 산출물의 수준 제시</li> </ul>
원리나 상세지침	<ul style="list-style-type: none"> <li>‘가치성의 원리’ 삭제</li> </ul>

수정 내용	2차 교수설계 원리와 상세 지침 중 해당 부분
삭제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.3 삭제</li> <li>• 1.4 삭제</li> </ul>
진술 수정 및 구체화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체적으로 진술 수정</li> <li>• 4.2 4.2.1 4.2.2의 내용 통합</li> <li>• 4.4 4.4.1 4.4.2의 내용 통합</li> <li>• 3.3, 3.4는 3.2와 통합</li> <li>• 4.3은 두 개로 분리</li> <li>• 4.6은 두 개로 분리</li> <li>• 5.2는 두 개로 분리</li> </ul>

교수설계 원리와 상세지침의 내용이 창의적 설계 활동의 특징을 잘 드러낼 수 있도록 구성할 필요성이 있다는 의견을 바탕으로 단계의 단순성과 방법의 지원성의 교수설계 원리를 세분화하는 것으로 수정하였다. 교수설계 원리를 수정하거나 삭제할 때, 상세지침의 내용이 타당하지 않다고 한 것은 상세지침의 목적을 중심으로 수정하였다. 예컨대, 4.1의 학습자의 경험을 떠올리고 문제 상황에 공감할 수 있는 방법으로 제시한 역할극은 이외에도 여러 가지 방법이 있으므로 이에 한정된 것이 타당하지 않다는 전문가의 의견을 반영하여 역할극 용어를 삭제하였다. 5.1의 상세지침도 교사의 경험에서 제시된 ‘15분’의 근거가 명확하지 않다는 점에서 타당하다고 보기 어렵다는 전문가의 의견이 있었다. 40분의 수업 중 도입과 정리 시간을 제외하고 학생들이 주도적으로 활동하는 시간을 30분이라고 할 때, 활동 점검과 환기 차원에서 중간에 교사의 개입 시간을 가지는 의미이나 활동의 종류에 따라 15분의 시간이 적절하지 않을 수 있다는 판단에 따라 학생들의 활동이 느슨하게 이루어지지 않도록 시간을 제한하여 제시할 것으로 수정하였다. 모든 학습자가 성공해야 한다는 상세지침과 가치를 고려한 문제의 개발, 단계별 활동마다 발표하는 계획의 상세지침은 다른 상세지침의 내용으로 대체할 수 있다는 점에서 삭제하였다.

## 다. 3차 교수설계 원리 개발 및 전문가 타당화

### (1) 3차 교수설계 원리 개발

2차 전문가 타당화의 결과를 반영하여 구성요소와 교수설계 원리를 재조직화하고 상세지침의 내용을 수정하여 3차 교수설계 원리를 개발하였다(<표 IV-16> 참고).

<표 IV-16> 3차 교수설계 원리 및 상세지침

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 문제	1. 교과 통합성의 원리
	1.1 직관적으로 떠올린 문제를 중심으로 STEAM 관련 교과 내용을 브레인스토밍하라
	1.2 교과의 성취기준을 확인하여 문제에 대한 개념도를 작성하라
	1.3 설계 과정에서 학습하기를 기대하는 관련된 교과의 성취기준을 작성하라
	1.4 교과 개념과 원리의 활용을 설계의 제한조건으로 제시하라
	2. 유인성의 원리
	2.1 학습자의 흥미를 자극하도록 학습자 경험 관련 소재나 새로운 도구를 활용하여 문제의 맥락을 설계하라
	2.2 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 제시하라(설계도-모형 제작)
	2.3 학습자의 지적, 기능적 수준, 학습시간을 고려하여 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라
	3. 단계별 활동의 충실성의 원리
설계 활동 과정	3.1 '문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모델 제작 및 수정-발표 및 평가'의 과정을 명확하게 계획하라
	3.2 단계의 목적과 학습자가 해야 할 활동 내용을 작성하라
	3.2.1 문제의 원인을 충분히 탐색하고 다양한 아이디어를 생성할 수 있도록 교수전략을 세워라
	4. 설계의 순환 반복성의 원리
	4.1 평가 기준과 방법을 안내하여 학습자가 설계 내용을 수정할 수 있도록 하라
	4.2 설계 과정의 초반에 충분히 실패하고 수정할 수 있도록 지원 계획을 세워라
	5. 지식 활용 지원성의 원리
	5.1 학습자가 자신의 경험과 사전지식, 교과지식을 활용할 수 있도록 교수전략을 세워라

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 활동 과정	5.1.1 문제에 공감할 수 있도록 교수전략을 세워라
	5.2 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 아이디어 생성을 위한 자료의 제공 범위 또는 조사의 방법과 자료 탐색의 범위를 안내할 계획을 세워라
	6. 창의적 사고 지원성의 원리
	6.1 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캬퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법을 안내할 계획을 세워라
	6.2 PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등의 수렴적 사고기법 중 학습자 수준에 적절한 방법을 선택하여 안내할 계획을 세워라
	6.3 하나의 아이디어를 선택하지 않도록 아이디어의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 해결안 분석 틀을 개발하라
	6.3.1 사회적 가치, 경제적 효율성, 관련 이해집단을 고려하여 분석하도록 안내하라
	7. 시각화 지원성의 원리
	7.1 평면이나 입체로 여러 아이디어를 구현해 볼 수 있도록 재료를 준비하라(포스트잇, 스케치북, 고무찰흙이나 점토)
	7.2 아이디어를 시각적으로 표현하여 학습자간 의사소통을 하며 해결안의 적용시 예상되는 결과를 고려하도록 계획을 세워라
	8. 산출물 완성 지원성의 원리
	8.1 실패의 원인을 찾아 해결할 수 있도록 안내 계획을 세워라
	8.2 수정의 과정에서 도움 받을 수 있는 다양한 자원을 계획하라
	8.3 포기하지 않도록 내적 동기를 고양시킬 방법을 계획하라
	8.4 산출물을 수정할 수 있도록 시간을 계획하라
	9. 자원의 제한성의 원리
	9.1 학습자의 활동시간을 제한하여 계획하라
	9.2 설계에 필요한 도구와 재료를 준비하라
	9.2.1 학습자가 경제성, 효율성의 원리에 따라 도구, 재료를 선택, 교환하도록 계획하라
	9.2.2 도구나 재료를 원기능과 관계없이 사용하는 것에 대해 허용하라
	9.3 안전과 사용목적, 가용한 자원인지를 고려하여 제공할 도구를 결정하라
	10. 활동 형태의 협력성의 원리
	10.1 학습자들이 협력하며 설계활동에 참여할 수 있도록 협력의 규칙과 방법을 안내할 계획을 세워라
	10.1.1 활동 과정에서 다른 학습자의 아이디어에 대해 비판하지 않을 것과 모두 참여해야 함을 규칙으로 제시하라
	10.1.2 학습자들 간에 토의를 통해 의견을 모으고 결정하는 것과 의사결정 과정과 결과에 대해 정리하여 발표해야 함을 주지시켜라
	10.2 학습자의 의사소통 성향, 학습수준, 성별이 다르도록 모둠을 구성하라
	10.3 모둠간 경쟁보다는 협력할 수 있도록 교수자가 피드백할 계획을 세워라

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
산출물	11. 평가성의 원리 11.1 산출물을 독창성과 적절성을 기준으로 평가하도록 평가지를 개발하라 11.1.1 설계문제의 목적과 제한조건을 만족시키는지 학습자가 해결안을 정당화하여 발표하도록 안내하라 11.1.2 학습자가 이전에 생각하지 못한 것을 생각한 결과물인지를 평가하도록 기준을 제시하라

구성요소 가운데 ‘설계 목적’은 교수설계 원리와 상세지침이 문제에 대한 내용이라는 점에서 ‘설계 문제’로 수정하였다. ‘교과 통합성의 원리’는 3차 교수설계 원리에서 추가한 것으로 교사의 직관적 사고를 바탕에 두고 교과 성취기준을 확인하여 설계가 필요한 문제를 개발할 것에 대한 내용으로 구성하였다. 이는 조연순, 이해주, 백은주, 임현화(2003)와 이소이(2012)가 교육과정, 학습자를 고려하면서 교사의 통찰에 기반을 두고 문제를 개발할 것을 제시한 것과 같이 문제의 개발이 교사의 경험과 지식에 의존한다는 것과 관련이 있다. ‘단계별 활동의 충실성의 원리’는 공학 설계 단계별 활동을 교수자가 명확히 인지하고 학습자의 활동이 충실하게 이루어질 수 있도록 안내해야 한다는 측면을 고려한 것이다. ‘설계의 순환 반복성의 원리’는 평가를 통해 설계 내용을 지속적으로 수정할 수 있도록 교사가 안내하는 것의 중요성과 최종 단계로 갈수록 문제가 발생하면 학습자가 포기한다는 점에서 초기에 충분히 여러 가지를 시도하고 수정할 수 있도록 해야 한다는 선행연구의 내용을 반영한 것이다. 산출물의 ‘평가성의 원리’는 제작한 모델이 창의적 결과물인지를 설계 목적과 제한조건, 학습자 수준에서의 독창성을 기준으로 평가하는 것이다.

## (2) 3차 전문가 검토

2차 타당화에 참여한 전문가 1명과 새로운 교수설계자 1명, 현장에서 STEAM 수업을 하고 있는 교사 1명에게 개발한 교수설계 원리의 타당성을 검토 받았다. 구성요소의 타당성에 대한 전문가들의 의견이 지속적으로 제시되어 3차 전문가 타당화에서는 구성요소에 대한 타당화 문항도 추가

하였다(<표 IV-17> 참고).

<표 IV-17> 구성요소에 대한 3차 타당화 결과

문항	전문가			평균	표준 편차	CV	IR
	J	K	M				
STEAM 교육의 창의적 설계 활동의 설계 시 고려해야 할 핵심 요소들로 적절하게 구성되었는가?	4	4	4	4	0.00	1	1
도출된 구성요소는 동일한 수준의 요소로 적절하게 구성되었는가?	4	3	4	3.67	0.58	1	

문항 평균값은 3.67과 4점이며 CVI 값도 1로 나타나 구성요소가 타당하다는 평가를 받았다.

교수설계 원리 도출과정에 대한 타당화 결과는 <표 IV-18>과 같다.

<표 IV-18> 3차 교수설계 원리 도출 과정에 대한 타당화 결과

문항	전문가			평균	표준 편차	CVI	IRA
	J	K	M				
관련문헌 탐색의 적합성	4	3	4	3.67	0.58	1	1
용어의 적절성	4	3	4	3.67	0.58	1	
선행문헌 고찰 결과 요약 및 해석의 적절성	4	4	3	3.67	0.58	1	
조직화의 적절성	4	3	3	3.33	0.58	1	
선행문헌 고찰 결과 반영의 적절성	4	4	4	4.00	0.00	1	

평균 3.3이상으로 CVI 값이 모두 1점으로 평정되어 대체로 타당한 것으로 해석할 수 있다. 평균 점수가 가장 낮게 나온 조직화의 적절성은 상세지침 가운데 반복되는 것들이 있어 이를 묶거나 삭제, 축약하는 형태로 재조직화의 필요성이 있는 것으로 나타났다.

교수설계 원리 전반에 대한 타당화 결과는 <표 IV-19>와 같다.

<표 IV-19> 3차 교수설계 원리 전반에 대한 타당화 결과

문항	전문가			평균	표준 편차	CVI	IRA
	J	K	M				
타당성	4	4	4	4.00	0	1	1
설명력	3	4	4	3.67	0.58	1	
유용성	4	4	4	4.00	0	1	
용어의 이해도	3	3	4	3.33	0.58	1	
보편성	3	4	3	3.33	0.58	1	
이해성	3	4	3	3.33	0.58	1	

타당성과 보편성의 측면에서는 전문가들이 4점으로 평정하였다. 용어의 이해도, 보편성, 이해성의 평가 문항에서 3.33의 가장 낮은 점수를 나타냈다. 이는 내용 진술과 용어의 수정이 더 필요함을 보여준다. 또, 교수설계 원리의 표현을 통일성 있게 할 필요가 있다는 내용도 제시되었다.

개별 교수설계 원리에 대한 전문가 타당화 결과는 <표 IV-20>과 같다 (자세한 결과는 [부록 4] 참고).

<표 IV-20> 3차 타당화 결과

구성 요소	교수설계 원리	전문가			평균	표준 편차	CVI	IRA
		J	K	M				
설계 문제	1. 교과 통합성	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	2. 유인성	4	3	4	3.67	0.58	1	0.5
설계 활동 과정	3. 단계별 활동의 충실성	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	4. 평가의 순환 반복성	4	3	4	3.67	0.58	1	1
	5. 지식 활용 지원성	4	3	4	3.67	0.58	1	1
	6. 창의적 사고 지원성	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	7. 시각화 지원성	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	8. 산출물 완성 지원성	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	9. 자원의 제한성	4	4	3	3.67	0.58	1	1
	10. 활동 형태의 협력성	4	4	4	4.00	0.00	1	1
산출물	11. 평가성	4	4	4	4.00	0.00	1	1

교수설계 원리에 대한 평정 점수는 평균 3.67 이상으로 CVI 값도 1로



나타나 타당한 것으로 해석할 수 있다. 그러나 평정자간 일치도(IRA)는 ‘유인성’의 교수설계 원리와 상세지침의 문항에 대한 값이 .50으로 나타나 전문가들의 의견이 불일치한 것으로 확인되었다.

‘유인성’의 교수설계 원리의 상세지침인 2.2와 2.3의 CVI 값이 .80 미만으로 나타난 것 외에 교수설계 원리와 상세지침에 대한 내용은 타당한 것으로 평가받았다(<표 IV-21> 참고).

<표 IV-21> 3차 교수설계 원리의 상세지침 중 수정이 필요한 상세지침

구성 요소	상세지침	평균	표준 편차	CVI
설계 문제	2.2 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 제시하라 (설계도-모형 제작)	3.00	1.00	0.67
	2.3 학습자의 지적, 기능적 수준, 학습시간을 고려하여 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라	3.00	1.00	0.67

2.2의 상세지침에 대해 타당하지 않다고 평정한 전문가는 그 이유로, 제시된 내용이 고정된 것을 개발하라는 의미로 이해되기 때문에 진술을 수정할 필요가 있기 때문이라고 하였다. 2.3의 상세지침에 대해서는 두 가지의 내용이 하나의 지침에 들어가 있어 이를 분리할 필요가 있다는 의미에서 타당하지 않다고 평정하였다고 하였다.

이외에도 전문가들은 상세지침의 하위 지침을 제시한 것이 복잡하게 보여 가독성을 높일 수 있도록 상세지침을 제시해야 한다는 의견을 제안하였다. 너무 많은 상세지침은 교사들에게 부담으로 작용한다는 점에서 하위지침의 내용을 삭제하였다.

3차 타당화를 통해 수정할 사항은 전문가들이 개진한 의견을 중심으로 도출하였다(<표 IV-22> 참고).

<표 IV-22> 3차 전문가 타당화 결과에 따른 수정 사항

수정 내용	3차 교수설계 원리와 상세 지침 중 해당 부분
원리와 지침 간의 관계에 따라 재구조화	8.2와 8.3의 내용을 8.1에 통합: 아이디어의 부재나 문제해결에 실패할 경우 원인에 따라 학습자를 지원할 방법을 계획하라
원리나 상세지침 삭제	하위 지침 삭제(3.2.1, 5.1.2, 6.3.1, 9.2.2, 10.1.1, 10.1.2, 11.1.1, 11.1.2)
진술 수정 및 구체화	<p>‘활동 형태의 협력성’의 교수설계 원리를 ‘활동의 협력성’으로 수정</p> <p>1.4 ‘설계의 제한 조건으로 교과와 개념과 원리를 활용하는 것을 제시하라’로 수정</p> <p>2.3 두 개로 분리</p> <p>-학습자의 지적·기능적 수준, 학습시간을 고려하여 문제와 관련된 변인의 수를 결정하라</p> <p>-다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라</p> <p>6.2 PMI, 평가행렬법 등의 수렴적 사고기법 중 학습자 수준에 적절하 방법을 선택하여 안내할 계획을 세워라’로 수정</p> <p>6.3 ‘아이디어의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 해결안 분석 틀을 개발하라’로 수정</p> <p>8.4 ‘설계의 순환 반복성’의 원리로 이동</p> <p>9.2 ‘설계에 필요한 도구와 재료를 학습자가 선택할 수 있도록 준비하라’로 수정</p> <p>9.3 ‘안전과 사용목적, 학습자의 기능수준을 고려하여 도구와 재료의 완성도를 결정하라’로 수정</p> <p>11.1 ‘산출물을 학습자 수준에서의 독창성과 설계 목적에 맞는 적절성 측면에서 평가하도록 평가지를 개발하라’로 수정</p>

#### 라. 4차 교수설계 원리 개발

3차 전문가 타당화 결과를 반영하여 4차 교수설계 원리를 개발하였다 (<표 IV-23> 참고). 4차 교수설계 원리는 3차 상세지침의 내용 진술을 수정하는 형태로 이루어졌다.

<표 IV-23> 4차 교수설계 원리 및 상세지침

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 문제	1. 교과 통합성의 원리
	1.1 직관적으로 떠올린 문제를 중심으로 STEAM 관련 교과 내용을 브레인스토밍하라
	1.2 STEAM 교과의 성취기준을 확인하여 문제에 대한 개념도를 작성하라
	1.3 문제 해결 과정에서 학습하기를 기대하는, 관련된 교과의 성취기준을 설정하라
	1.4 설계의 제한 조건으로 교과의 개념과 원리를 활용하는 것을 제시하라
	2. 유인성의 원리
	2.1 학습자의 흥미를 자극할 수 있도록 학습자 경험 관련 소재나 새로운 도구를 활용하여 문제의 맥락을 설계하라
	2.2 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 설계도부터 모형 제작의 범위 가운데 정하여 제시하라
	2.3 학습자의 지적·기능적 수준, 학습시간을 고려하여 문제와 관련된 변인의 수를 결정하라
	2.4 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라
	3. 단계별 활동의 충실성의 원리
설계 활동 과정	3.1 ‘문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모델 제작 및 수정-발표 및 평가’의 과정을 명확하게 계획하라
	3.2 단계의 목적과 학습자가 해야 할 활동 내용을 작성하라
	4. 설계의 순환 반복성의 원리
	4.1 평가 기준과 방법을 안내하여 학습자가 이에 기초하여 설계 내용을 수정할 수 있도록 하라
	4.2 설계 과정의 초반에 충분히 실패하고 수정할 수 있도록 지원 계획을 세워라
	4.3 산출물을 수정할 수 있도록 시간을 계획하라
	5. 지식 활용 지원성의 원리
	5.1 학습자가 자신의 경험과 사전지식, 교과지식을 활용할 수 있도록 교수전략을 세워라
	5.2 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 아이디어 생성을 위한 자료의 제공 범위 또는 조사의 방법과 자료 탐색의 범위를 계획하라
	6. 창의적 사고 지원성의 원리
	6.1 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캴퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법에 대한 안내 계획을 세워라
	6.2 아이디어 수렴을 위한 PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등을 학습자 수준과 목적에 적절한 방법을 선택하여 안내 계획을 세워라
	6.3 아이디어의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 분석 틀을 개발하라
	7. 시각화 지원성의 원리

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 활동 과정	7.1 평면이나 입체로 여러 아이디어를 구현하며 의사소통할 수 있도록 재료를 준비하라
	7.2 아이디어의 시각적 표현을 통해 해결안의 결과를 예상할 수 있도록 안내 계획을 세워라
	8. 산출물 완성 지원성의 원리
	8.1 아이디어의 부재나 문제해결에 실패할 경우 원인에 따라 학습자를 지원할 방법을 계획하라
	9. 자원의 제한성의 원리
	9.1 학습자의 활동시간을 제한하여 계획하라
	9.2 설계에 필요한 도구와 재료를 학습자가 선택할 수 있도록 준비하라
	9.3 안전과 사용목적, 학습자의 기능수준을 고려하여 도구와 재료의 완성도를 결정하라
	10. 활동의 협력성의 원리
	10.1 학습자의 의사소통 성향, 학습수준, 성별이 다르도록 모둠을 구성하라
산출물	10.2 학습자가 협력하며 설계활동에 참여할 수 있도록 협력의 규칙과 방법을 계획하라
	10.3 모둠간 경쟁보다는 협력할 수 있도록 교수자가 피드백할 계획을 세워라
	11. 평가성의 원리
	11.1 산출물을 학습자 수준에서의 독창성과 설계 목적에 맞는 적절성 측면에서 평가하도록 평가지를 개발하라

### 3. 사용성 평가

사용성 평가는 연구참여 교사의 교수·학습 과정안 작성과 수업 실행, 교사, 학습자와의 인터뷰로 진행하였다.

#### 가. 교수·학습 과정안 작성과 수업 실행

교사는 3학년 과학교과의 환경에 따른 동물의 특징을 학습하는 내용에서 생태모방을 떠올리고 동물의 특징을 적용하여 미세먼지 문제를 해결하는 창의적 설계 활동을 5차시 수업으로 계획하였다([부록 6] 참고). 생태모방과 관련된 자료는 인터넷 검색으로 찾아 재구성하였으며 STEAM 교육 프로그램으로 개발된 과정안도 있어 이를 활용하였다.

교수설계 원리를 적용하여 수업을 계획하는 과정에서 본 수업을 위한 모듈 구성을 새로이 하지 않았으며 협력적 활동을 위한 규칙이나 방법의 안내는 공식적으로 실행하지 않았다. 교사가 수업을 설계하면서 사용한 교수설계 원리의 반영 내용은 [부록 7]에 제시하였다.

5차시의 수업 중 모형 제작 및 수정의 과정이 중심이 된 4차시와 발표 및 평가 활동이 이루어진 5차시의 수업을 관찰하였다. 학생들은 3차시 까지 구상한 설계도를 바탕으로 재료를 조작하며 모형을 제작하였다. 이 과정에서 철사를 자르거나 천을 빨대에 붙이는 일 등 학생이 하기에 위험하거나 어렵다고 판단되는 것은 교사가 도와주었다. 이외에도 학생들은 하다가 계획대로 안 되는 일이 발생하면 교사를 찾았으며 교사는 학생들이 제작 과정에서 어렵다고 하는 점은 도와주며 수업을 진행하였다.

학생들은 현재 사용하고 있는 마스크의 불편한 점을 해결하기 위한 방법이나 실내로 미세먼지가 들어오지 않도록 막는 점에 초점을 맞추어 해결안을 제시하였다. 학생들의 해결안 가운데 동물의 특징을 반영해야 하는 제한조건을 만족시키지 못한 모듈도 있었다. 예컨대 마스크가 숨쉬기에 불편하며 물 마실 때는 벗어야 한다는 점에 주목하여 산소통과 같은 형태로

입과 닿는 부분의 공간을 넓히고 호스로 물병을 연결하였다. 동물의 특징을 활용한 모둠은 낙타의 코털을 방충망에 붙이는 형태를 설계하였다.

모형 제작 및 수정을 위해 계획한 시간을 넘겨서 제작 활동이 마무리된 후 교사는 학생들이 만든 제품이 어떤 점에서 독특한지, 문제의 목적을 생각하며 제품 사용 대상자와 가격 등을 제시하는 조건을 주고 제품을 광고로 표현하고 홍보하도록 안내하였다. 모둠별로 제작한 제품을 발표하는 시간을 가졌으며 학생들은 자신들이 만든 제품을 보여주면서 왜 그러한 제품을 만들었는지, 어떤 특징이 있는지를 설명하였다.

## 나. 교사와 학습자 인터뷰

### (1) 교사 인터뷰

교사 인터뷰에서는 교수설계 원리의 사용에 있어 수업 설계와 실행에 어려운 점, 개선이 필요한 점, 도움이 된 점을 확인하였다. 전반적으로 교수설계 원리에서 사용된 용어의 생소함과 방법을 이해하고 수업을 설계해야 한다는 점에서 어려움이 있었다고 하였다. 또 학생들이 설계 활동을 처음하기 때문에 학생들의 수준을 판단하기 어려워 학습 자료를 개발할 때 좀 더 고민을 했다고 하였다. 처음 STEAM 수업을 하는 교사에게 ‘단계별 활동의 충실성의 원리’에 대한 내용과 창의적 사고기법을 이해하는 것이 필요함을 확인할 수 있다.

교사 P : 문제정의라던가 하는거에서 훈련이 많이 안 되어 있고 애들도 그래서 방법에 익숙해야 되는거고... 흐름도 좀 달라지는?

수업을 하기 전에 제일 어려웠던 것은 2차시이고 하면서 어려웠던 건 5차시. 2차시는 아이들이 과연 해낼 수 있는지 확인되지 않아서 그랬고 5차시는 아이들이 직접 만들어보아야 아니까요.

교사는 직관에 의한 문제 설계가 어렵지 않았다는 반응이었다. 설계 활동을 할 만한 내용을 과학 교과서에서 확인하는 과정에서 여러 가지 단원 중에 동물의 특징과 생태모방에 대한 교사의 사전지식이 연결되고 낙타의 생김새가 사막 환경에 적응하기에 적합하다는 교과 내용을 보면서 미세먼지의 문제를 사람도 이렇게 콧구멍을 막을 수 있으면 좋겠다는 생각으로 문제를 설계했다고 하였다. 학생들의 흥미 면에서도 미세먼지로 인해 체육 활동이나 야외활동에 제한을 받고 있어 관심을 불러일으킬 만한 주제라고 판단했다. 문제의 개발은 쉽게 이루어졌으나 이와 관련한 변인들이 학생들이 다루기에 광범위하고 어렵다는 점에서 계절풍이나 입자의 크기와 같은 내용은 다루지 않고 단순화하였다고 하였다.

교수설계 원리를 적용하며 수업 과정안을 작성하는 것은 크게 어렵지 않았다고 하였으나 실행에 있어 수정을 위한 평가 기준과 방법에 대한 제시가 적절히 이루어지지 않아 제한조건을 충족시키지 못하는 제품이 설계됐다고 하였다. 교수설계 원리를 적용하여 수업을 설계하는 과정이 여러 차례의 경험과 성찰을 통해 체화될 때 효과적으로 수업을 실행할 수 있을 것으로 보인다.

또, 학생들의 최종 설계 산출물에 대한 실망감에 대해 결과보다 과정 자체에서 학생들에게 새로운 시각을 가지게 할 수 있었기 때문에 활동 자체로 의미가 있었다고 하였다. 학생들은 설계의 제한조건을 충족하지 못하고 구상한 설계도와 달리 조잡스러운 산출물을 보며 실망감을 보였다. 이에 대해 교사는 결과물의 형태가 실망스럽게 나올 것은 예상된 것으로 제품이 어떻게 만들어지는지, 어떤 것을 생각해야 할지 학생들이 체험한 것이 중요하다고 하였다.

사용하지 않은 상세지침은 10.1과 10.2로 교사는 1년간 학생들을 지도하면서 학생들이 협력을 위한 모둠 구성과 규칙, 방법을 제시하지 않아도 할 수 있다고 생각했기 때문에 수업의 계획과 실행에서 크게 다루지 않았다고 하였다.

교사 P : 아이들이 스스로 나누어서 하는 경향이 있고 할 수 있다고

(생각)했어요. 자연스럽게 아이들이 나누고 조절하는? 역할을 구분해서 시키고 하는 것 보다는 자연스러운게 좋아요. 스스로 어느 정도 알아서 하고 있어서 크게 역할을 주지는 않았어요.

위와 같은 교사의 반응을 정리하면 <표 IV-24>와 같다.

<표 IV-24> 사용성 평가 내용-교사

구분	교사 의견	시사점
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들이 컴퓨터실과 도서실을 사용하게 될 때 교사가 모든 곳에 있을 수 없어 그에 대한 불안감이 있음</li> <li>• 그림으로 산출물을 표현할 때까지만 해도 아이들은 성공을 예상했는데 제작을 해 보고 나니 기대에 못 미쳐 실망하는 모습도 보였지만 제품이 하나 만들어지기까지 여러 가지 생각할 것이 있고 쉽지 않음을 경험하는 것도 교육적으로 긍정적이라고 생각함</li> <li>• 초기에 학생들이 해결안을 선택할 때 제한조건에 대해 다시 한 번 강조하는 것이 필요했음. 나중에 발견하고 지도하려고 할 때 아이들은 쉽게 고치려 하지 않았음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정보 수집 방법을 다양화(과제, 교사 제공 등)</li> <li>• 제품의 수준에 대한 학습자의 실망감 예상</li> <li>• 초기 설계 과정에서 제한조건, 설계목적에 따라 수정하도록 교사의 안내 강조</li> </ul>
학습자 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모둠별로 협력학습을 할 때 굳이 역할을 주지 않아도 아이들이 협력하면서 잘 하기 때문에 협력을 위한 방법을 구체적으로 교사가 제시하면서 역할을 부여할 필요가 없다고 생각했음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습자의 협력 활동 수준을 고려하여 협력을 위한 방법 안내</li> </ul>

## (2) 학습자 인터뷰

수업이 끝난 후 연구참여에 동의한 학습자 4명과 인터뷰를 하였다. 수업을 하면서 학습자가 겪었던 어려움, 재미있었던 점, 수업을 통해 알게



된 점, 아쉬웠던 점 등을 중심으로 질문하였다.

먼저, 학생들은 STEAM 수업을 창의성 향상, 상상력 기르기, 협력의 방법을 익히기 위한 것으로 인식하고 그런 점들을 경험할 수 있었다고 하였다.

A : (이런 수업은) 창의성을 크게 하려고 하는 것 같아요.

B : (이런 수업을 해보니) 아이디어 내는 걸 더 잘하게 된 것 같아요.

C : (이번 수업을 통해) 상상력이 더 좋아진 것 같아요. 전에는 동물은 동물이고 물건은 물건으로 한 덩어리라고 생각했는데 이것 합칠 수 있다는게...

D : (선생님이) 우리가 잘 도와주면서 하도록 하게 만들려고 한 것 같아요. (앞으로 수업을 잘 하려면) 양보를 잘 해야 할 것 같아요.

수업하면서 어려웠던 점은 시간의 부족, 도구 활용, 협력 활동이었다고 하였다. 시간이 더 있으면 좋겠다는 학생들의 반응은 시간을 무한정 줄 수 없는 수업상황과 시간을 한정하기 때문에 그 시간 안에 해결할 수 있도록 협력해야 한다는 점을 교사가 설명할 필요가 있다고 할 수 있다. 협력 활동 중에 학생들은 의견이 다양하게 나오고 이를 하나의 아이디어로 모으는 과정에서 다툼이 많았다고 하였다. 완벽한 하나의 아이디어는 없기 때문에 여러 아이디어를 종합하여 대안을 만드는 것의 필요성을 강조할 필요가 있는 것으로 보인다.

A : 시간이 더 있었으면 생각도 더 많이 하고... 더 잘 했을 것 같아요.

A, B, C, D : 펀치 사용하는거랑 본드 붙이고 하는게 어려웠어요.

A : (아이디어 낼 때) 의견 충돌이 너무 심해요.

B : 친구들 아이디어랑 의견이 다 제각각이어서 그거를 하나로 모으는게 힘들었어요.

C : 싸우지만 많았으면 더 잘할 수 있었을 것 같아요.

자료 수집을 위해 도서실과 컴퓨터실을 이용하여 필요한 자료를 찾는

과정에서 제한적인 환경의 문제점도 있었다고 하였다.

D : 인터넷으로 할 때 잘 안됐어요.

A : 우리가 책 빌리려고 하니까 000이 자기네 봐야 한다고 해서...

학교에서 자료를 찾을 때 주로 활용하는 컴퓨터실과 도서실 사용은 컴퓨터의 고장과 도서의 종류와 양이 많지 않아 정보를 충분히 찾기 어려운 문제가 있었다. 또한, 교사가 컴퓨터실과 도서실을 사용하는 학생들을 모두 관리하기 어렵기 때문에 그런 점에서 걱정이 된다는 인터뷰의 내용도 학교 내에서 자료를 수집할 때의 어려움을 드러낸다고 볼 수 있다. 이에 대해 한 학생은 학교를 벗어나 다양한 자원을 활용하여 자료를 수집하면 더 재미있었을 것 같다고 하여 과제 제시를 통해 위와 같은 문제를 어느 정도 해결할 수 있음을 보여주었다. 또한 문제를 해결하기 위해 자료를 찾고 아이디어를 생각하는 등의 활동이 학생들의 흥미를 높임을 확인할 수 있다.

B : 제가 궁금한거를 막 찾아보고 기록하는게 재미있었어요. (아쉬웠던 점은) 인터넷이랑 책만 가지고 조사를 했는데 이걸 잘 아는 어른들한테 물어보거나 박물관에 가서 보면 좋을 것 같아요.

수업 결과에 대해 묻는 질문에 대해 학생들은 기대한 만큼 결과가 나오지 않아서 실패라고 할 수 있지만 최선을 다해서 했기 때문에 실패했다고 할 수는 없다고 대답하였다. 계획한 결과를 나타낸 학생은 성공한 것 같다고 응답하였다. 학생들은 결과에 대해 백 퍼센트 만족하지 않지만 과정에 의미를 두고 있음을 보여주었다.

A : 성공 반, 실패 반이요. 우리가 처음에 만들려고 했던 거를 만들지 못해서 실패라고 할 수 있는데 실패라 하기엔 열심히 해서요.

B : 저도요. 성공이라 하기엔 뭔가 부족하고 실패라고 하기엔 최선을 다해서요.

C : 저는 성공이요. 저희가 처음에 생각했던 대로 만들어서요.

학생들과의 인터뷰를 통해 아이디어를 모으는 과정에서 학생들의 협력을 도울 수 있도록 하나의 아이디어를 선택하는 것이 아니라는 점을 강조해야 함을 확인하였다. 학생들 스스로 아이디어를 선택적으로 통합하는 활동을 하기도 했지만 교사가 개입하여 문제를 해결하기도 하여 이에 대한 사전 지도가 필요한 것으로 보인다.

D : 자기가 맞다고 하니까 싸우는 일이 종종 있어요.

C : 제 아이디어로 하려면 없애 버리고 자기들 끼리 하고...

A : 저희는 (의견충돌을) 선생님한테 이야기해서 선생님이 해결해 주셨어요.

B : 여러 가지 아이디어가 있었는데 OO이가요 둘 의견을 합해보자고 해서 그렇게 했어요. (그런 친구가 있으니까) 활동하기에 편했어요.

위와 같은 학생들의 반응을 통해 교수전략에 대한 시사점을 도출하였다(<표 IV-25> 참고).

<표 IV-25> 사용성 평가 내용-학습자

구분	학생 의견	시사점
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>생각한 대로 만드는 것이 잘 되지 않아 어려웠음</li> <li>해결안 선택 과정에서 각자의 의견이 존중되지 않아 다투는 일이 있었음</li> <li>제한적 시간으로 충분히 활동하지 못함과 자료 수집 과정에서 나타나는 문제점이 있었음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습 과정에 의미를 두게 하고 산출물 결과의 수준에 대해 교사가 기대하는 바를 제시</li> <li>하나의 의견을 뽑는 것이 아니라 여러 의견의 장단점을 생각해서 더 좋은 해결안을 만들어 내는 것임을 강조</li> <li>수업 시간이 한정되어 있기 때문에 계획한 시간에 마무리</li> </ul>

구분	학생 의견	시사점
		<p>하기 위해서는 친구들이 서로 협력하며 활동해야 함을 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 정보를 수집할 수 있는 여러 가지 방법 계획</li> </ul>

이러한 인터뷰 결과 교수설계 원리의 수정에 대한 시사점보다는 교수자가 세부적으로 설계 활동을 이해하고 학생들에게 안내하는 것이 중요한 것으로 나타났다.

교사와 학습자의 사용성 평가를 통해 확인된 개선점들은 교수전략에 해당하는 내용으로 교수설계 원리를 수정하지 않았다.

#### 4. 교수설계 원리에 대한 반응과 효과

개발한 교수설계 원리의 효과를 확인하기 위하여 교사와 학습자의 반응을 검토하고 수업 만족도 검사를 하였다.

##### 가. 교수자의 반응

수업 후에 교사의 교수설계 원리 사용에 대한 반응을 확인하기 위한 체크리스트를 제시하고 인터뷰를 하였다. 교사가 수업에서 적용한 교수설계 원리의 적용에 대한 내용은 [부록 9]에 제시하였다.

교사는 교수설계 원리 활용 효과에 대한 모든 문항에 매우 만족의 4점으로 체크하며 긍정적인 반응을 나타냈다([부록 10] 참고). 교수설계 원리 사용의 강점, 약점, 개선점에 대해서는 <표 IV-26>과 같이 응답하였다.

<표 IV-26> 교수설계 원리에 대한 교사의 반응 평가 결과

반응 평가 문항
종합적으로 볼 때 현재 연구결과물의 강점은 무엇입니까? -창의적 설계에서 좀더 구조적이고 구체적인 계획을 세우는 과정에서 도움이 되었다. -확산적 사고에 머물수 있는 아이디어를 수렴적 사고로 전이시키는 것에 도움이 되었다. -과정안을 작성할 때 기본원리를 생각하고 반영하는 기회가 되었다.
종합적으로 볼 때, 현재 연구결과물의 약점은 무엇입니까? -주제 선정 과정에서 아이들의 바탕지식, 관심 등을 찾는 활동이 먼저 필요할 것 같다.
종합적으로 볼 때, 현재 연구결과물 중에서 중점적으로 개선되어야 할 사항은 무엇입니까? -교육과정 분석이 좀 더 체계적이고 구체적으로 활동 계획이 필요할 것 같다.

강점으로는 본 교수설계 원리를 적용하면서 창의적 설계 활동의 기본 원리를 생각하고 학생들의 사고과정을 고려하며 수업을 설계할 수 있었음

을 언급하였다. 특히 1.4와 4.1의 설계의 수정과 관련된 지침이 학생들의 수렴적 사고를 도왔다는 의견이었다. 이전에는 수업을 설계할 때 학생들이 다양하게 생각하는 것에만 초점을 두어 비판적으로 아이디어를 평가하는 활동은 많이 하지 않았으나 이번 수업에서는 균형적으로 사고할 수 있도록 학생들에게 지속적으로 제한조건을 상기시키며 최종 산출물이 목적하는 바를 충족시킬 수 있도록 발문하고 안내할 수 있었다고 하였다.

교수설계 원리 사용에 있어서 제기된 약점으로 문제를 설계하는 과정에서 학생들의 관심사를 적극 반영할 필요성을 제기하였다. 평소 수업 주제 선정 시 학생들의 흥미와 모든 학생들이 참여할 수 있는가를 고려한다고 하며 시원한 학교 만들기의 주제가 그러한 기준에 적합한가라는 점에서 학생들의 흥미 탐색이 필요하다는 의견을 제시하였다. 시원한 학교 만들기의 주제가 교과 학습 수준이 미비한 학생들에게는 어려웠을 것이라고 하며 창문 하나만 가지고 활동하도록 제시했으면 학생들 수준에 적합했을 것이라고 하였다. 이러한 교사의 의견은 학생들의 수준과 활용 가능 시간을 고려하여 문제에서 고려할 변인을 조절할 것을 제시한 2.3의 상세지침이 효과적으로 적용되지 않았음을 보여준다. 학생들에게 문제의 대상 범위를 교실, 건물의 한 층, 본관, 학교 건물 전체 가운데 선택하도록 하였으나 모든 학생들이 본관 건물 또는 건물과 외부 환경을 대상으로 설계하였다. 그에 따라 제작에 많은 시간이 소요되고 고려할 사항이 많아져 학생들에게 부담스럽게 느껴진 것으로 해석할 수 있다. 설계 문제에 관련된 변인들이 많기 때문에 교사가 시간과 학습자 수준에 따라 적절한 범위로 문제의 범위를 제한할 필요가 있는 것으로 보인다.

개선점으로는 문제 설계 과정에서 교육과정을 분석하여 내용을 융합하는 활동을 구체적으로 안내할 필요가 있다고 하였다. 교사는 1.1과 1.2의 상세지침을 사용하지 않았으나 교과 융합을 위한 명확한 기준과 지침이 있으면 좋겠다고 하였다.

교수설계 원리의 사용에 대해서도 추가적인 의견을 제시하였다. STEAM 수업을 하려는 교사들의 사용성을 높이기 위해서는 필요한 것을 선택적으로 활용하게 해야 한다고 하였다. 제시된 교수설계 원리와 상세지

침이 많아서 모든 것을 다 사용해야 한다고 하면 부담스러울 것 같다는 것이다. 그리고 좀 더 쉬운 용어를 사용해야 한다고 하였다. 문제정의나 제한조건, 모델, 산출물과 같은 단어의 의미는 알고 있으나 교사들이 익숙하게 사용하는 용어가 아니기 때문에 쉽게 풀어서 설명하면 좋겠다고 하였다. 10.1의 이질적 집단 구성에 대해서는 경험에 비추어 볼 때 모둠활동에서 학습자의 지식 수준에 따라 활동 참여 정도가 달라지기 때문에 동질적 집단이 효과적일 수 있다는 의견을 내놓았다.

교수설계 원리와 상세지침의 사용에 있어 몇 가지 상세지침은 사용하지 않거나 소극적으로 사용한 것을 확인할 수 있었다. 1.1, 1.2, 10.1, 10.2의 상세지침은 교수 환경과 수업 시간 부족의 문제로 사용하지 않았다. 교과통합성의 1.1과 1.2는 교사가 직관적으로 문제를 생각하고 개념도를 작성하여 문제와 교육과정과의 관련성을 확인하라는 것이다. 교사는 수업 준비를 위한 시간이 많지 않음과 연구자가 예시로 제시한 문제가 6학년 대상이라 해당 학생들에게 적합할 것으로 판단하여 문제의 맥락을 그대로 활용하였다. 여름에는 덥고 겨울에는 추운 교실을 문제 상황으로 제시하고 수업이 진행될 계절에 맞추어 여름에 교실이 시원할 수 있도록 학교 건물을 리모델링하라는 문제를 설계하였다.

10.1과 10.2는 협력을 위한 모둠 구성과 협력의 규칙, 방법의 계획으로 수업을 계획하는 초기 단계부터 10.1과 10.2의 적용은 배제하였다. 담임교사라면 융통성 있게 협력 활동을 위한 방법을 가르칠 수도 있겠지만 한 학기에 몇 시간 수업을 하는 상황에서 협력을 위한 방법을 가르치기 위해 시간을 추가로 확보하기 어렵다는 이유였다. 또 해당 학생들이 4학년 때부터 STEAM 수업을 받으면서 협력을 잘 했기 때문에 모둠을 별도로 구성하고 협력 규칙을 제시할 필요성을 크게 느끼지 못해 해당 상세지침을 사용하지 않아도 무리가 없을 것으로 판단했기 때문이었다.

6.3과 11.1의 상세지침은 교사의 수업에 대한 개인적 가치와 충돌하여 변형하여 사용하였다. 교사가 수업에서 가장 중요하게 생각하는 학습자의 흥미는 상세지침의 적용 방법을 결정하는 중요한 변인으로 작용하였다. 아이디어의 장단점을 분석할 수 있도록 틀을 제시하라는 6.3의 상세지침은

학생들이 지루하게 느낄 것 같아 충분히 적용하지 않았다고 하였다. 아이디어의 분석은 모듈별로 제시한 아이디어를 분류하고 독창성과 현실 가능성을 기준으로 좋다고 생각되는 아이디어에 스티커를 붙이는 방법으로 하였다. 11.1의 산출물의 평가를 위한 평가지 개발은 설계 과정에서 개발하였으나 수업 중에 학생들이 지루해 할 수 있다는 점에서 평가를 사용하지 않고 전시회를 하는 것으로 바꾸었다고 하였다. 학생들이 만든 학교 모형이 어떤 점에서 시원한 학교가 되는지, 독특한 점은 무엇인지를 전시회를 위한 준비 과정에서 스스로 평가하고 설명하게 하는 것으로 평가 방법을 수정하였다.

7.1의 상세지침은 교사의 이해 부족으로 제때에 활용되지 못하였다. 아이디어를 시각적으로 표현할 수 있도록 재료를 제공하는 지침인 7.1의 내용은 시각적 재료 제공의 필요성과 목적을 정확히 이해하지 못하여 실행 과정에서 뒤늦게 제시하였다.

이와 같은 교사의 교수설계 원리 사용에 대한 반응에서 교수설계 원리와 상세지침의 활용에 미치는 변인, 상세지침에 대한 추가적인 의견을 확인할 수 있다.

## 나. 교수설계 원리의 효과 및 학습자의 반응

STEAM 수업에 대한 만족도를 검사지로 수업 전과 후에 적용하여 교수설계 원리의 효과를 검토하였으며 매 차시 수업 관찰과 학습자 인터뷰를 통해 수업에 대한 학습자의 반응을 확인하였다.

결과 통계는 연구 참여에 동의한 학생 55명 가운데 사전, 사후 검사의 모든 문항에 답을 한 49명의 것을 대상으로 하였다. SPSS 18.0을 사용하여 유의수준 5%에서 수업의 효과를 대응표본 t 검정으로 분석한 결과 통계적 차이는 나타나지 않았다. 결과는 <표 IV-27>과 같다(문항 별 평균 점수는 [부록 11] 참고).



<표 IV-27> STEAM 수업에 대한 만족도 사전-사후 검사 결과

문항	사 례 수	사전		사후		대응표본 t 검정 결과		유의 확률
		평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균 차	t	
흥미, 태도(5)		3.97	0.79	4.09	0.72	-0.12	-1.04	0.30
창의적 설계 태도(5)	49	3.93	0.76	4.11	0.80	-0.18	-1.47	0.15
수업 만족도(5)		4.01	0.87	4.25	0.75	-0.24	-1.81	0.07
총 점		11.91		12.45		-0.54		

P<.05

연구에 참여한 학생들은 4학년 때부터 STEAM 수업에 참여한 학생들로 수업에 대한 만족도가 4점 가까이로 나타나 STEAM 수업에 대해 긍정적인 태도를 갖고 있음을 확인할 수 있었다. 수업이 종료된 후 실시한 사후 검사 결과, 흥미와 태도, 창의적 설계, 만족도 영역에서 평균 점수가 모두 향상되었으나 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 수업에 대한 만족도가 4점대의 높은 상태로 시작하였기 때문에 7시간의 수업으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다고 해석할 수 있다.

각 영역별 문항과 특징적인 반응은 다음과 같다. 먼저 흥미, 태도와 관련된 문항은 <표 IV-28>과 같다. 평균 점수 차이가 가장 많이 나타난 문항은 STEAM 수업에 흥미로운 요소가 있다는 내용이었다. 학생들과의 인터뷰 내용에서 확인할 수 있었던, 친구들과의 협력과 학생 중심의 수업 활동, 제작 활동이 흥미를 갖게 한 것으로 해석된다. 사전 검사에서 평균점수가 4점대인 1, 2, 4번 문항들은 사전과 사후의 평균차가 크지 않았으나 과학과 생활의 관련성과 중요성을 인식하게 되었음을 학생들과의 면담에서 확인할 수 있었다.

<표 IV-28> 흥미·태도 문항

번호	질문
1	과학은 우리 생활에 많은 영향을 주는 중요한 과목이다.
2	과학 교과에서 배우는 내용은 일상생활에서 유익하게 사용된다.

번호	질문
3	STEAM 수업에는 나를 집중하게 만드는 흥미로운 요소가 있다.
4	다른 친구들과 협력하면서 STEAM 수업 활동을 하였다.
5	STEAM 수업을 통해 성공의 기쁨을 경험하고 새로운 문제에 도전하고 싶은 마음이 생겼다.

학습자 K: 만들기를 하니깐 좀 더 그나마 흥미가 많이 생겼던 것 같아요. 그리고 만들기를 할 때는 팀끼리 서로 협력할 수 있었던 것 같아요.

학습자 : 조금 어렵기도 했지만 다음에 또 이런 수업을 하게 되면 참여하고 싶다.

학습자 : 시원한 학교를 만드는 데 무슨 재료가 필요하고, 학교를 지을 때 과학이 중요하다는 것을 알게 되었다

학습자 : 그냥 보기 좋은 학교면 미술에 치중했을 텐데 이번 기회를 통해 집이나 학교를 만들 때 과학이 필요하다는 것을 알게 되었다.

창의적 설계 태도 검사의 문항은 <표 IV-29>와 같다.

<표 IV-29> 창의적 설계 태도 문항

번호	질문
6	주어진 문제를 제한 조건이 무엇인지를 고려하여 정의하였다.
7	가능한 다양한 방법을 활용하여 해결책을 찾아보았다.
8	문제를 해결하기 위해 상상력을 발휘하고 새로운 생각을 하게 되었다.
9	주어진 문제에 적합한 해결안을 개발하였는지 확인하였다.
10	친구들과 협력하면서 문제를 해결하였다.

변화가 많이 나타난 문항은 7번과 9번이었다. 창의적 설계 활동의 목적인 창의적 사고를 통한 설계 과정을 수업에서 경험했음을 인터뷰를 통해 추가적으로 확인할 수 있었다. 학생들은 STEAM 수업의 목적이 창의적 사고에 있음을 알고 있으며 독창적이며 설계의 제한조건을 만족시킬 수

있는 아이디어를 제시하려 노력하였다. 예컨대, 기존의 건물들이 대부분 직육면체의 모양을 하고 있어 새로운 아이디어를 생각하는 접근 방법으로 모양을 변형하여 육각형 모양의 건물을 제작하였다([그림 IV-2] 참고).

학습자 B : (수업의 목표는) 우리들의 창의성과 실현가능한 내용들을 잘 조합해서 아이디어를 내는 게 최종 목표예요.

학습자 J : 최대한 네모 반듯한 모양은 피했어요. 지금까지 서울 사진을 봤을 때 사진에 항상 지금까지 본 건물이 직육면체라서 뭔가 좀 새로운걸 생각했던 것 같아요.

학습자 : 항상 학교는 이렇게 생겨야지라는 고정 관념을 깨고 우리의 창의적인 생각이 돋보이는 학교를 만들어서 새로운 경험이고...

학습자 : 기발한 생각을 할 수 있는 시간이어서 좋았다.



[그림 IV-2] 독창적 사고가 반영된 모형

또, 모둠에서 서로의 의견을 나누고 해결안을 선택하는 과정이 창의성 향상에 도움이 되었다고 하여 협력의 과정에서 의사소통이 활발히 이루어져 창의적 사고가 촉진되었음을 확인할 수 있었다.

학습자 : 창의적인 생각이 나오지 않아서 좀 힘들었지만 협동해서 좀 더 기발한 생각을 하게 해준 수업인 것 같다.

학습자 H : 생각을 잘 하려면 협동이 필요하다고 생각했어요.

학습자 G : (이번 작업을 성공과 실패 중에 고른다면) 성공했다고 생

각해요. 계속 얘기해서 더 좋은 방법을 찾아 가는 것 때문이에요.

학습자 C : 이 수업에서 아이들이랑 생각을 이야기하고 하다보니까 말을 하다보면 창의적인 말도 나오게 되고 그게 또 친구들 이야기를 듣다보면 저도 그런 생각이 들고 하니까요.

학생들은 문제에서 제시한 조건 가운데 실제로 학교를 리모델링해야 하는 문제의 맥락을 고려하며 비용과 실현 가능성, 목적에 맞는 해결안인가에 대해 평가하며 설계 내용을 수정하였다. 현실의 실제적 문제를 제공한 것이 비용, 환경, 가치와 관련된 제한요소들을 만들게 한 것이다. 주어진 설계 조건은 모호하고 불완전하기 때문에 자신의 목적, 가치, 실제적 제한들, 법률적 제한들을 포함하여 설계자가 문제를 재정의(Kolodner & Wills, 1993)하는 것과 같이 학생들도 문제를 정교화하면서 설계를 한 것으로 보인다. 또한 해결안이 충족해야 할 조건들을 교사가 지속적으로 지도했기 때문에 학생들은 자신들의 활동 내용을 평가 기준에 맞추어 수정한 것으로 나타났다.

학습자 J : 처음부터 완벽하게 이런 걸 만들겠다가 아니라 하면서 계속 수정했어요. 현실적으로 가능한가, 아이디어가 괜찮은가 뭐 그런거요.

학습자 C : 경제적으로 이걸 만들 수 있을까 이런 거에 맞춰서...

학습자 K : 허무맹랑한 게 많기는 했는데, 쓸만한 것만 딱 뽑아서 대충 설계도를 만든 다음에 거기서 애들 의견을 계속 받았어요. 이거는 말이 안 되지 않냐 하면서 계속 추가하거나 빼면서 반복하면서 만들었어요.

학습자 E : 저희가 창문을 많이 만드는 데 선생님이 보시고 햇빛이 너무 많이 들어오면 덥지 않을까 라고 하셔서 햇빛을 막을 수 있게 커튼을 달았어요.

아이디어를 분석하고 대안을 만드는 과정은 직관적으로 이루어졌다. 학생들은 ‘이게 좋겠다’라고 판단을 하여 하나의 의견을 선택하고 이를 적용

하는 과정으로 설계 활동을 하였다. 이후 아이디어의 수정은 제작의 과정에서 활발하게 이루어졌다.

학습자 K : 저는 처음에 (벽을 이중으로 해서 물을 넣는) 아이디어를 하나 냈는데 다 좋다고 하는거예요. (다른 아이들도 의견을 다 내긴 했었는데) 그걸로 쪽 밀어가면서 좀 붙이고 불필요한 것은 빼고 이런식으로 했어요. (아이디어가 채택된 이유는) 그냥... 이것도 괜찮을 것 같다는 생각이 들었어요.

학습자 L : 저희는 처음에 의견 정하면서 의견 하나가 굉장히 구체적으로 나왔어요. 뭔가 이거 잘못된거 같다 하면 딱 뜯어 붙이고 거의 덧붙인게 없었고. 그냥 그다음에 이용(결정)을 해 봤기 때문에...

해결안 분석의 과정이 학생들의 흥미를 저하시킬 것을 우려한 교사가 수렴적 사고기법을 충분히 적용하지 않은 영향으로 해결안을 만들어가는 과정에서의 분석은 잘 이루어지지 않았으나 제작의 과정에서 나타나는 문제점으로 인해 제작 활동 중에 아이디어를 가장 많이 수정하였다. 학생들은 ‘어떻게 하면 교실이 시원해질까?’를 고민하는 것과 함께 실현 가능성과 재료의 특징을 생각하며 수정하였다. 해결안을 수정하는 과정에서 다른 모둠의 아이디어를 차용하기도 하였다. 다른 모둠의 것이 ‘좋아보인다’라는 생각이 들면 ‘우리도 이거 하자’라는 모둠원 간의 합의를 거쳐 자신들의 모형에 추가하였다. 이는 Dorst와 Cross(2001)가 설계자들 가운데 어떤 아이디어가 독창적인 것으로 인식되면 이를 문제에 연결 짓고 해결안으로 만들어간다고 한 것과 관련지을 수 있다. 학생들이 ‘좋아보인다’고 평가한 것의 기준은 다른 것과 달리 무언가 ‘독특하다’, ‘창의적이다’였다. 그러나 다른 모둠의 아이디어를 동일하게 적용하기 보다는 차별성을 가지려 노력하는 모습도 보였다. 예컨대, 태양광을 사용하는 것을 모방하면서도 태양의 고도에 따라 움직일 수 있음을 추가하고 이를 강조하였다([그림 IV-3] 참고).



[그림 IV-3] 태양의 고도에 따라 움직이는 태양광 판

창의적 설계 문항에서 협력과 관련된 문항에서는 사후 검사 점수가 낮아진 것을 확인할 수 있었다. 이는 학생들과의 인터뷰에서 나타난 것과 같이 협력 활동이 학습자의 흥미를 높이고 창의적 사고를 촉진하는 요소이면서 수업에서 힘든 점으로 꼽은 결과와 일치하는 것이었다. 협력 활동에 긍정적인 반응을 보인 학생들은 혼자서 해결하기 어려운 과제를 여러 친구들이 함께 풀어나가는 경험을 통해 성취감을 얻고 친구들 간의 친밀감을 느낄 수 있었다고 하였다. 또 서로의 의견을 나누고 모형 제작을 같이 하면서 다른 사람의 의견을 존중하면서 배려하는 자세를 배웠다고 하였다. 협력 활동에서 어려운 점으로는 의견 충돌과 지식과 기능의 차이로 역할 분배가 공정하게 이루어지지 못함에서 나타나는 문제를 제시하였다. 이는 신행자 외(2009)의 연구에서 팀 활동이 대학생들의 설계 활동의 만족도에 영향을 미친다는 연구와도 같다. 교사는 수업 시간의 부족과 이전 수업에서 학생들이 서로 협력하며 수업 활동을 했기 때문에 협력을 위한 학습자 활동 안내와 모둠 구성이 필수적이지 않다고 판단하여 이의 교수설계 원리를 적용하지 않아 이와 관련한 학생들의 반응으로도 해석할 수 있다.

학습자 J : 제가 항상 모둠끼리 하든 저 혼자 하든 항상 무조건 제 생각대로 이끌고 싶어 하는 경향이 있어요. 이번에 모둠 활동 하면서 남의 의견을 듣는 것을 배우지 않았나...

학습자 D : (수업에서 힘들었던 점은) 저희 모둠 애들이 자존심도 세

고 해서 자기 의견도 많이 내고 그랬는데 그런 점은 의견이 많이 나온 점은 좋았는데 아무래도 자기 의견에 대해서 고집하다보니까 다른 사람의 의견은 무시되는 점?

학습자 H : 뭐를 만드는 것 보다 친구들과의 의견이 잘 맞지 않는 부분이 힘들었어요.

모둠 내에서의 협력이 원활하지 않아 어려움을 토로하기도 하였으나 모둠 간 협력하는 활동은 긍정적으로 이루어졌다. 모둠의 설계 활동을 발표하고 이에 대해 다른 모둠의 학생들이 피드백 하는 과정([그림 III-4] 참고)에서 학생들은 모둠 내 학생들이 미처 생각하지 못한 문제점을 발견하거나 좋은 아이디어는 칭찬하면서 서로의 해결안을 개선할 수 있도록 도움을 주었다. 이는 초등학생들이 서로의 설계 산출물을 평가하는 과정이 비판적 사고를 돕고 산출물을 개선하는 데 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고한 옥미래, 조영환, 허선영(2016)의 연구와 같이 모둠 간 협력의 기회 제공이 다양한 관점을 공유하고 해결안의 질을 높일 수 있는 방법으로서 작용했다고 할 수 있다.

한편, 교수설계 원리와 관련한 학생들의 반응 가운데 한정적인 재료와 시간은 만족스러운 산출물을 만드는 과정에서 장애요인으로 인식되고 있었다. 학생들은 부족한 기능과 재료의 이유로 계획한 것을 만들지 못했다고 아쉬워하였다. 같은 맥락에서 시간의 제한도 필요한 시간이 충분히 주어지지 않았다는 학생들의 반응이 있었다. 이는 제한된 시간이 학습자의 만족도를 떨어뜨렸음을 보고한 김성일(2012)의 연구와 제한조건이 문제해결자의 창의적 사고를 촉진하나 지각된 자율성과 흥미는 감소한다는 Dahl과 Moreau(2005, Moreau & Dahl, 2009 재인용)의 연구결과와 같은 맥락에서 해석할 수 있다.

학습자 : 멋있게 집을 못 만든 점이 아쉽다.

학습자 : 시간이 부족한 게 아쉬웠다.

학습자 : 준비물이 엄청 적다.

학습자 L : 재료를 조금 아껴야 한다는 것도 알지만... 시간도 너무

짧았어요. 두 시간에 구체적인 모형을 만들려면 그건 어려운 과제였다고 생각해요.

학습자 1 : 우드락으로 한 면을 남겨 놓고 안쪽을 볼 수 있도록. 세 겹을 쌓으려 했는데 처음에 크기를 잘못 잡았어요. 그래갖고 원래 직육면체 모양이었는데 정육면체로 만들고, 또 그리고 재료가 부족한거예요. 딱 하나 만들었는데... 더 가지러 가려 했는데 안 된다는 거예요. 그래서 못 만들었어요.

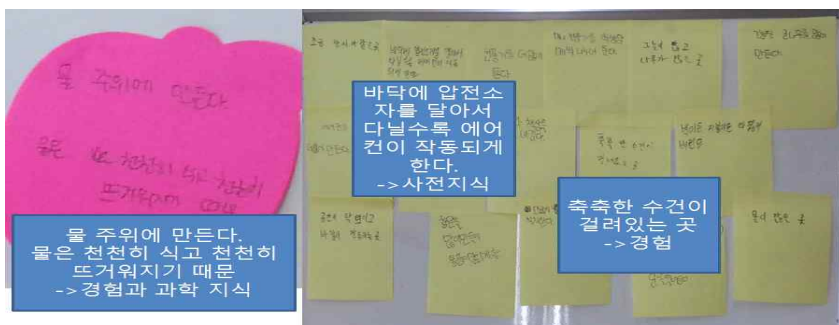
한정적인 시간과 재료에 대한 학생들의 불만족은 실패와 관련이 있었다. 아이디어를 구상하고 설계도로 작성할 때까지 학생들은 아이디어의 참신성, 제한조건의 충족에 대한 자신감을 가지고 계획대로 완성이 될 것이라는 생각을 가지고 있었으나 실제로 모형을 만드는 과정에서 계획한 대로 만들기가 어려워져 다시 시작하고 싶었으나 재료는 부족하고 만들 시간도 촉박해지게 된 것이다. 이는 초기에 많이 실패하여 이후 과정에서의 실패 가능성을 줄이기 위한 4.2의 상세지침과 학습자의 지적·기능적 수준, 학습시간을 고려하여 문제의 변인을 조절하라는 2.4의 상세지침, 6.4의 해결안 분석 틀을 제공하는 것과 관련이 있다.

해결안을 분석하고 대안을 만드는 과정에서 제작에 활용 가능한 재료를 제시하여 해결안의 구현 과정에서의 문제를 최소화하도록 하였으나 실제로 제작하기 전까지 이에 대한 예상의 어려움이 있었다. 이는 문제의 크기에 따라 학생들에게 다시 시작하여 완성할 수 있는 시간을 제공할 수도 있기 때문에 이러한 실패와 수정을 위한 자원 제공의 필요성은 문제의 범위와도 관련이 있다. 교사는 학생들이 문제 정의와 해결안 선택 과정에서 모형 제작에 가용한 시간을 고려하여 모형 제작의 범위를 정하도록 안내하였으나 학생들은 일괄적으로 건물 전체를 제작하였다. 창문으로 설계 범위를 한정해서 주었어야 했다는 교사 인터뷰와 같이 모형 제작의 범위는 가용 시간과 재료, 학습자 기능을 고려하여 교사가 제시할 필요성이 있는 것으로 보인다.

문제를 해결하는 과정에서 학생들은 융합적으로 사고하였으며 그 과정



과 결과에 만족스럽다는 반응을 보였다. 함께 의견을 제시하고 조율하는 과정에서 자신의 경험과 교과 지식, 교사의 지도 내용을 포함하며 제한조건을 만족하는 결과물을 산출하기 위해 노력하였다. 학생들은 현재 배우고 있는 내용이나 특정한 교과에 한정하여 아이디어를 찾지 않고 자신의 경험과 이전 학년에서 배운 내용을 교사가 제공한 건축 재료와 단열에 대한 자료와 지속 가능한 발전의 발문에서 관련 내용들을 찾고 이를 자연스럽게 통합하며 문제해결에 활용하였다. 예컨대, 학생들은 경험적으로 알고 있는 물이 있는 곳이 시원한 이유를 과학의 물의 비열이나 증발의 개념과 연관 지어 이해하고 있었다. 또, 바닥에 압전소자를 부착하여 전기를 생성한다는 아이디어는 교과 교육과정에 포함되어 있지 않은 것으로 학생이 가지고 있는 사전 지식이 반영되었음을 볼 수 있다([그림 IV-4] 참고).



[그림 IV-4] 경험, 교과 지식, 사전 지식이 반영된 아이디어

학습자 J : 지금까지 간 곳 중에 제일 시원했다고 생각한 곳이 지하에 있거나 아니면 뭐 넓은데 창문이 많은, 답답함이 덜한 곳을 생각해서 넓고 창문이 많은...

학습자 D : (단열 하니까) 저는 그냥 뽁뽁이, 집에서 붙이는 걸로 하면 어떨까 싶어서...

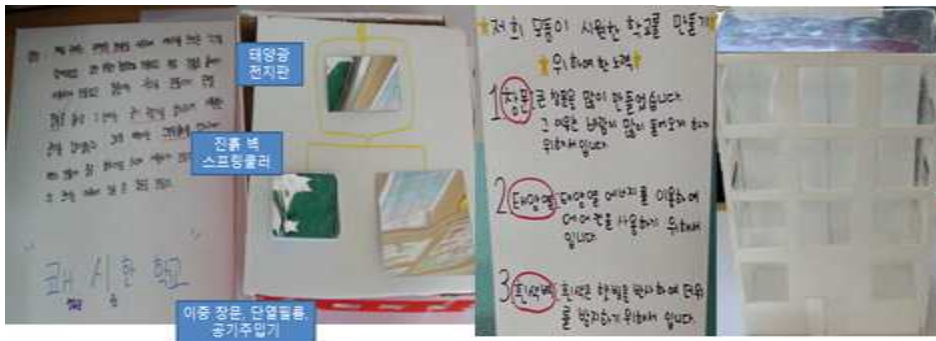
학습자 I : 저는 어디서 생각이 났냐면 그냥 선생님이 보여주시는 옛날 집 있잖아요. 그거 단열 있잖아요. 그걸로 막 좀 했고...

학습자 A : 그거는 그냥 태양광, 단열이랑 이런걸로 중심을 뒀어요. 어, 옛날 집을 보여주면서 황토가 떠올라가지고 단열이랑, 생각난게 친환경하니까 태양광이 그냥 떠올랐어요. (수업 시간에

배운 건 아니고) 그냥 알고 있어요.

교과 지식의 활용은 학생들이 과학 시간에 배운 내용과 가옥의 구조, 재료의 특성, 건물의 축소 비율에 대한 교사의 지도가 반영되었다. 외관을 설계할 때 건물의 높이와 층은 수학의 비율을 활용하였으며 학생들이 층의 높이를 설정하는 과정에서 어려움을 보여 교사는 5cm 정도 되는 우드락을 잘라 보여주며 이 길이를 170cm의 성인이라고 생각하고 층을 설계하라고 하였다. 색이 주는 느낌은 건물의 색에 적용되었다.

이러한 학생들의 사전 지식과 교과 학습 내용, 경험이 반영된 결과의 예로, 학생들은 지속가능 발전을 태양광과 태양열의 형태로 반영하고 학교 건축 재료로 한옥의 특징을 반영한 진흙과 단열 효과를 높이기 위한 방법으로 이중 창문, 단열 필름, 공기 주입기를 활용하였다(그림 IV-5) 참고). 스프링클러는 물이 있는 곳이 시원하다는 경험과 물이 증발하면서 온도를 낮춰주는 과학적 원리를 반영한 것으로 볼 수 있다. 건물의 외관을 흰색으로 한 것은 미술의 색이 주는 느낌과 빛의 반사에 대한 내용이 적용된 것이다. 이러한 결과는 학생들이 자신의 경험과 사전지식, 과학적 개념을 활용하여 독창적이고 적절한 해결안을 만든 것으로 해석할 수 있다.



[그림 IV-5] 융합적, 창의적 사고가 적용된 모형

학습자 : 전에 배웠던 내용을 다시 생각해 볼 수 있었다.

학습자 : 단열재와 창문, 온도의 관계를 알았다.

학습자 : 건축할 때의 과정을 조금 알게 된 것 같다.

학습자 : 실내 온도를 낮추기 위한 과학적 원리를 알았다.

수업 만족도 문항은 <표 IV-30>과 같다. 만족도는 다른 영역과 비교하여 사전에 비해 사후 검사에서 가장 많은 차이가 있었다. 14번의 ‘STEAM 교과목의 중요성을 느꼈다’는 점수 차이가 가장 크게 나타났다. 실생활과 관련된 수업의 주제가 학생들로 하여금 과학기술의 필요성을 실감하는 기회가 된 것으로 볼 수 있다. 또, 학생들은 STEAM 수업이 학습자 중심으로 이루어지기 때문에 만족스럽다는 반응을 보였다.

<표 IV-30> 만족도 문항

번호	질문
11	나는 STEAM 수업에서 여러 과목의 지식을 함께 배울 수 있어서 좋다.
12	나는 STEAM 수업에서 창의적인 활동을 할 수 있는 것에 만족한다.
13	나는 STEAM 수업에서 문제를 해결하기 위해 다양한 방법을 생각할 수 있어 좋다.
14	나는 STEAM 수업을 통해 과학과 기술, 공학 등 과학기술 관련 내용이 우리 생활에 매우 중요하다는 것을 알게 되어서 만족한다.
15	나는 STEAM 수업이 다양하고 재미있는 방식으로 진행되어서 좋다.

학습자 D : 그냥 교과서 들고 선생님 얘기를 듣는게 아니라 머리 쓰는게 재미있어요. 저희끼리 토론도 하고 이야기도 많이 할 수 있는. 제 의견도 제가 알게 되는 계기가 되니까 이런 수업을 많이 하면 좋겠어요.

학습자 : 여러 가지 생각을 해 볼 수 있어서 좋았던 것 같다.

학습자 : 친구들과 아이디어를 나누는게 재미있었다.

이외에도 수업 관찰과 학생들의 인터뷰를 통해 몇 가지 사항들을 추가로 확인하였다. 첫째, 학생들의 모형에 대한 평가는 창의성뿐만 아니라 심미성의 기준이 포함되고 있었다. 학생들은 시각적으로 산출물이 구현되기 때문에 보기에 온전한 것을 만들기 위해 노력하였다. 예컨대, 시간과 재료

의 부족으로 제대로 구현하지 못한 것은 설명서에 써서 발표하라고 하였으나 학생들은 수업 시간 이후까지 자신들이 계획한 모형을 완벽하게 제작하려는 모습을 보였다.

학습자 K : 입체도형을 만들었을 때 그냥 ‘깔끔하고 멋있다’ 그런 느낌이 들면 왠지 잘 만든 것 같고. 내부가 우리가 생각했던 거랑 비슷하게 표현이 되면 ‘우리가 생각했던 대로 됐네’, ‘우리 계획대로 됐어’ 이런 식으로 ‘잘 됐다’라고 생각한 거 같아요.

학습자 I : (결과적으로 모형을) 예쁘게 해야 하고...

둘째, 시각적으로 아이디어를 구상하고 의사소통이 이루어질 수 있도록 시각화를 위한 방법으로 쌓기나무를 제공하였으나 활용도는 미비하였다. 학생들은 쌓기나무의 모양이 고정되어 있고 수가 많지 않아 생각한 것을 표현하기에 어려워 스케치하면서 모양을 설명했다고 하였다. 건물에 대해 학생들이 이미지를 갖고 있기 때문에 입체 도형을 사용하지 않더라도 의사소통하는 과정에서 어려움이 없었던 것으로도 해석할 수 있다. 또한 학생들의 시각화를 도울 수 있는 재료를 제공할 때 학교에서 쉽게 활용할 수 있으며 자유롭게 표현할 수 있는 도구를 선정하는 것이 중요함을 알 수 있다.

학습자 D : 블록도 별로 없고. 좀 크게 만들 수(도) 있는데 애들도 만들어야 하니까 나눠줘야 하고, 별로 할 수가 없었어요.

학습자 L : 위에서 본 모습을 그릴지 옆모습에서 바라보는 모습을 그릴지 고민을 했어요. 그런데 옆모습을 그리면 내부적인 것을 표현할 수 없고 입체로 나타내는게 막막해서 위에서 봤을 때 (책상에 손가락으로 표현하면서) 여기는 교실이고 여기는 운동장이고 여기는 풀이 있고 이런 식으로 하고. 층수는 생략했어요. 너무 복잡할 것 같아서요. 그냥 도화지에다 그리면서... 블록도 네모나지 않고 만약 날씬하거나 그러면 쉽게 할 수 있었다고 생각하거든요.

셋째, 제작 활동의 효과를 확인하였다. 학생들은 만들기 과정이 있었기 때문에 생각을 구체적으로 할 수 있었다는 반응을 보였다. 아이디어를 구체화하기 위해 학생들은 재료와 구조, 만드는 방법 등을 종합적으로 고려해야 했으며 재료의 특징은 학생들이 효과적, 효율적으로 제작하기 위한 방법을 생각하게 하였다. 아이디어를 설계도로 그렸을 때는 성공적일 것으로 예상했으나 실제로 만들면서 발생하는 해결안 자체의 결함, 기능이나 재료의 부족으로 인한 문제 등 해결해야 할 문제들의 계속적인 발생은 계획의 초기 단계에서 산출물의 결과와 제작 과정을 예상하고 필요한 일들을 계획해야 함을 느끼게 했다. 제작 과정에서 발생하는 문제들 가운데 학생들은 재료의 가공 과정에서 발생할 어려움은 미리 예측하지 못하였다.

학습자 I : 그냥 먼저 주신 재료를 보고 어떤 재료가 필요할까, 이런 용도보다는 이런 용도로 쓰는데 좋을 것 같다 이런 식으로...

학습자 B : 그냥 아이디어만 내면 완전 비현실적이고 실현 불가능한 것만 내게 되는데 ‘직접 만들거야’라고 하면 좀 더 조사를 하게 되고 해서 아이디어만 내는 것 보다는 만드는게 도움이 됐어요.

학습자 J : 저는 일단 더 생각이 많아졌어요. 만들면서 현실적인 것도 생각해보게 되고? 뭔가 직접 넣으려고 생각도 해보게 되고. 차시는 7차시인데 굉장히 구체적으로 했잖아요. 대안도 제시해 주고. 생각을 구체적으로..

학습자 K : 이상과 현실은 많이 다르다는 것을 많이 느꼈던 것 같아요. 설계도를 하면 어른들한테 돈을 빼고 이대로 하면 정말 잘 되겠다 라는 생각도 들었었거든요. 근데 직접 만들 때는 시간, 재료, 돈, 이런 오판도... 미리 서로 말을 해주지 않았던 게 제일 컸던 것 같아요. 예상을 많이 하고, 분담도 하고 (하는게 필요했는데), 그런게 근데 좀 부족해갖고 앞으로는 더 깊게 생각해 보고 나서 해야겠다는 이런 생각이 좀 들어요.

넷째, 문제를 실제적인 것으로 받아들이고 문제 해결에 흥미를 느꼈다.

교사가 인터뷰에서 언급한 문제에 대한 학생들의 흥미도와 다르게 학생들은 문제의 수준이 친구들과 협력하며 해결하기에 적절하며 실제로 자신들의 아이디어가 적용돼서 리모델링하면 좋겠다는 반응을 보였다. 융합교육의 목표 중 하나가 학생들이 실생활의 문제를 자신의 것으로 받아들이고 이를 해결하기 위해 융합적, 창의적으로 사고하는 것이라는 점(권수미, 2012; 조향숙 외, 2012)에서 실생활의 맥락을 바탕으로 제시된 문제 상황은 학생들의 흥미를 높이고 창의적 문제해결을 촉진했다고 해석할 수 있다.

다섯째, 창의적 설계 활동이 학생들의 성취감과 학교생활 만족도에 영향을 미쳤다. 수업에 대한 소감으로 많은 학생들은 7시간만 해서 아쉬웠다는 반응을 보였다. 설계 활동을 하면서 학생들은 학교생활에 흥미를 갖게 되었고 성취감을 느꼈다고 하여 김석희, 이철현(2016)이 STEAM 교육을 실행한 결과 학생들의 학교생활 만족도가 높아졌다고 한 연구와 같이 수업의 변화가 학교생활에 대한 만족도를 높이는 요소로 작용할 수 있음을 확인하였다.

학습자 H : 원래 학교를 아침에는 오기 싫었는데 STEAM 활동을 하면서 어떻게 하면 시원한 학교가 될까 생각도 하고 그렇게 되면 학교 오기가 좋아지고...

학습자 : 우리가 시원한 학교 만들기를 하면서 더 성장한 거 같아 좋다.

학습자 : 힘들기는 했어도 몸으로 하니까 더욱 재미있었고 완성작품이 시원치가 않아도 뿌듯하고 좋은 경험이었다.

이상의 내용을 종합해 보면, 문제의 실제성, 협력 활동, 제작 과정, 창의·융합적 사고의 적용이 학생들의 수업에 대한 만족과 성취감에 영향을 미친 것으로 보인다.

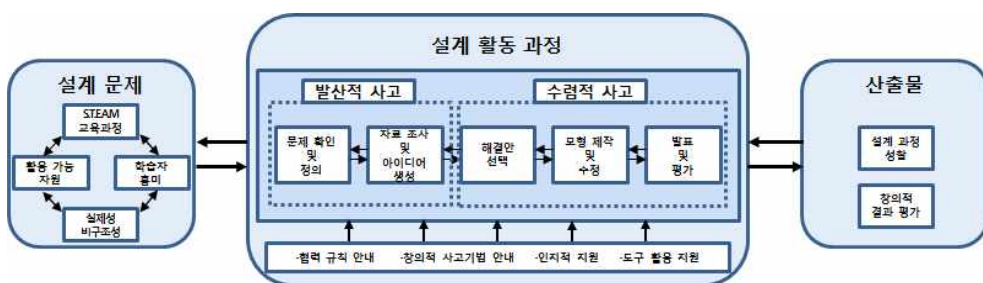
## 5. 최종 교수설계 원리 개발

외적 타당화 결과를 반영하여 최종 교수설계 원리를 개발하였다. 이와 함께 교사들이 창의적 설계 활동의 교수설계의 구조를 이해하여 원리와 상세지침을 적용할 수 있도록 교수설계 방법과 과정을 안내할 필요성이 있어 개념 모형과 절차 모형을 제안하였다. 교수설계의 전체 구조에 대한 이해를 돕기 위한 개념 모형과 교수설계 원리와 상세지침, 적용 과정을 안내하는 절차 모형의 순으로 제시하면 다음과 같다.

### 가. 개념 모형 및 구성요소

개념 모형은 교수설계와 관련된 주요 구성요소들과 각 구성요소간의 관계, 구성요소에서 핵심적으로 고려되는 교수설계 요소를 나타낸 것으로 김선희(2015)와 김성욱(2016)은 개념 모형이 교사들의 교수설계 대상에 대한 전체적인 이해를 도왔다고 보고하였다.

STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계의 개념 모형은 [그림 IV-6]과 같다.



[그림 IV-6] 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동의 교수설계를 위한 개념 모형

구성요소는 ‘설계 문제’, ‘설계 활동 과정’, ‘산출물’로, STEAM 교육의 창의적 설계 활동의 교수설계는 학생들의 설계 활동을 설계하는 것을 중심으로 하여 설계 문제가 설계 활동의 전체를 이끌고 설계 활동을 통해

산출물이 나오는 것으로 마무리된다. 설계 문제와 설계 활동 과정, 산출물은 창의적 설계 활동을 계획하기 위해 종합적으로 고려해야 하는 것으로 서로 영향을 주고받는 관계를 맺는다. 각 구성요소 별 교수설계에서 고려할 사항은 다음과 같다.

첫째, ‘설계 문제’의 교수설계는 S.T.E.A.M(과학, 기술, 공학, 예술 및 인문학, 수학) 교육과정, 학습자의 흥미, 활용 가능한 자원과 문제의 비구조성, 실제성을 고려한다. 설계 문제는 S.T.E.A.M 관련 교과와 개념과 원리를 적용하여 해결할 수 있는 문제이며 학생들이 흥미를 가지고 해결하고자 하는 특징이 있어야 한다. 설계 활동이 원활하게 이루어지기 위한 학습 시간과 활동에 요구되는 장소, 재료, 도구 등의 자원도 함께 고려하여 창의적 사고와 제작 활동이 요구되는 비구조화된 실제적 문제를 설계한다.

둘째, ‘설계 활동 과정’의 교수설계는 설계 활동의 단계를 중심으로 활동을 계획하고 각 활동을 지원하기 위한 전략을 설계하는 것이 주요 설계 내용이다. 창의적 설계 활동의 단계별 과정은 ‘문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모형 제작 및 수정-발표 및 평가’로 이루어지며 앞의 두 단계는 학생들의 발산적 사고가 중심이 되고 해결안 선택과 모형 제작 및 수정, 발표 및 평가의 과정은 수렴적 사고가 중심이 되도록 활동을 구성한다. 협력의 규칙과 창의적 사고기법, 인지적 지원, 도구 활용 지원은 설계 활동을 지원하기 위해 활동 중에 지속적으로 적용된다. 협력의 규칙과 창의적 사고기법의 안내는 설계 활동이 협력적으로 이루어지며 창의적으로 사고할 수 있도록 단계별 설계 활동과 함께 계획되어야 한다. 인지적 지원은 학생들의 교과 지식, 경험, 사전 지식을 활용할 수 있는 전략을 마련하는 것이다. 도구 활용 지원은 시각화와 제작 활동을 위한 도구의 사용 안내를 계획하는 것이다.

셋째, ‘산출물’의 교수설계에서는 설계 활동 과정과 결과에 대한 평가 방법과 기준을 계획한다. 산출물을 완성하기까지의 과정에 대한 평가와 최종 산출물에 대한 평가로 구성된다. 과정 평가는 학생들의 설계 과정에서의 의사결정 내용을 성찰하는 것이고 결과에 대한 평가는 산출물의 창의성 여부를 평가하는 것이다.



## 나. 최종 교수설계 원리 및 상세지침

개념 모형으로 교수설계의 전반적인 구조와 고려할 요소를 이해하고 11개의 교수설계 원리와 29개의 상세지침을 수업설계에 적용하여 창의적 설계 활동을 계획할 수 있다. 4차 교수설계 원리를 수정하여 최종 교수설계 원리 개발에 반영한 사항은 다음과 같다(<표 IV-31> 참고).

<표 IV-31> 외적 타당화에 따른 수정 사항

수정 내용	4차 교수설계 원리와 상세 지침 중 해당 부분
교수설계 원리 용어 수정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ‘~성’을 ‘~의 원리’로 수정</li> <li>• ‘유인성’의 원리를 ‘최적성’의 원리로 수정</li> <li>• ‘지식 활용 지원’의 원리를 ‘지식 활용 촉진’의 원리로 수정</li> <li>• ‘창의적 사고 지원’의 원리를 ‘창의적 사고 활성화’의 원리로 수정</li> <li>• ‘시각화 지원’의 원리를 ‘시각화 활용’의 원리로 수정</li> <li>• ‘산출물 완성 지원’의 원리를 ‘실패 관리’의 원리</li> <li>• ‘자원의 제한성’의 원리를 ‘학습자원 선정’으로 수정</li> <li>• ‘활동의 협력성’의 원리를 ‘협력 활동 촉진’의 원리로 수정</li> <li>• ‘평가성’의 원리를 ‘자기 평가 지원’의 원리로 수정</li> </ul>
상세지침 추가, 수정, 삭제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.2 ‘~실패하고’를 ‘~아이디어를 지속적으로 평가하고’로 수정</li> <li>• 11.1 ‘문제해결 과정을 성찰하여 발표할 기회를 제공하라’ 추가</li> <li>• 10.1 ‘학습자의 의사소통 성향과 성별을 고려하여 모둠을 이질적으로 구성하라’로 수정</li> <li>• 9.1 ‘학습자의 활동시간을 제한하여 계획하라’ 삭제</li> <li>• 2.2의 학습자의 흥미를 확인하는 과정에 대한 내용을 상세지침 설명에 추가</li> <li>• 문제 정의, 제한조건, 모형, 산출물의 용어에 대한 설명을 상세지침 설명에 추가</li> </ul>

첫째, 원리의 의미를 보다 적절하게 표현하는 방향으로 교수설계 원리의 용어를 수정하였다. ‘~성’으로 표현된 교수설계 원리의 용어가 부자연스러워 ‘~의 원리’로 전체 용어를 수정하였다. ‘유인성의 원리’는 학생들의 흥미와 지적 수준, 학습 환경, 학습 목적에 적합한 문제를 설계하라는 의미를 나타낼 수 있도록 ‘최적성의 원리’로 수정하였다. ‘산출물 완성 지원

의 원리'는 학생들의 실패에 대한 지원의 의미를 드러내기 위해 '실패 관리의 원리'로 수정하였다. '자원의 제한성의 원리'는 활용 가능한 여러 자원들 가운데 활동에 효과적이며 효율적으로 사용될 수 있는 학습자원을 교사가 선정해야 한다는 의미로 '학습자원 선정의 원리'라고 하였다. '활동의 협력성의 원리'도 협력 활동을 촉진하기 위한 교사의 안내라는 점에서 '협력 활동 촉진의 원리'로 수정하였다. '평가성의 원리'는 학습자가 설계 과정과 결과를 스스로 평가할 수 있는 평가 기준과 방법을 안내하는 내용이 반영되도록 '자기 평가 지원의 원리'로 수정하였다. 또, '지원'의 용어 사용이 빈번하여 '지식 활용 지원'은 '지식 활용 촉진'으로, '창의적 사고 지원'은 '창의적 사고 활성화', '시각화 지원'은 '시각화 활용'으로 수정하였다.

둘째, 상세지침을 삭제, 추가, 수정하였다. 4.2의 '실패'는 아이디어를 지속적으로 평가하고 수정하는 내용으로 수정하였다. 9.1의 '학습자의 활동시간을 제한하여 계획하라'는 삭제하였다. 학교에서의 제한적 시간을 고려하여 학생들이 협력하며 활동을 마무리할 수 있는 정도로 활동 시간을 제한하라는 지침이 학습자의 설계 활동에 대한 만족도와 결과의 질에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 제한적 환경 속에서 학생들이 창의성을 발현하며 만족스러운 결과를 산출하는 것은 문제 설계 과정에서의 변인 조절과 제작 활동 중에 나타나는 문제 발생을 최소화하는 상세지침이 효과적으로 적용되는 것과 관련이 있는 것으로 보인다.

추가한 11.1의 상세지침은 '설계 과정을 성찰하여 발표할 기회를 제공하라'이다. 단계별 활동 충실의 원리에서 '발표 및 평가'의 단계에서 학생들의 설계 과정과 결과에 대해 성찰하고 발표하는 내용이 포함되었으나 활동 과정에 대한 평가의 내용이 구체적으로 드러날 필요가 있어 '자기 평가 지원의 원리'의 상세지침으로 추가하였다.

10.1의 상세지침은 학습수준에 대한 기준을 삭제하여 '학습자의 의사소통 성향과 성별을 고려하여 이질적인 모둠을 구성하라'로 수정하였다. 학습수준의 차이가 많이 나는 경우 학습수준이 높은 학생이 활동을 주도하고 그렇지 않은 학생의 참여도가 떨어진다는 점을 반영하여 의사소통 수

준과 성별을 고려하며 이질적 모둠으로 구성할 것으로 수정하였다.

셋째, 상세지침의 사례와 용어에 대한 설명을 추가하였다. 외적 타당화 과정에서 교사가 제기한 학생들의 사전지식과 흥미를 확인하여 이를 반영하기 위한 노력이 필요하다는 의견은 2.2의 상세지침을 설명하는 내용에 반영하였다. 교사들에게 익숙하지 않은 ‘문제 정의’, ‘제한조건’과 같은 용어의 이해를 돕기 위해 각 상세지침에 대한 내용에 설명을 추가하였다.

그러나 교사의 반응 가운데 교과통합의 과정에서 교육과정 분석의 방법을 구체화하면 좋겠다는 교사의 의견은 반영하지 않았다. 교과와 핵심 개념과 원리를 중심으로 교육과정을 재구성해야 하나 현재 이를 제시한 연구가 미흡하여(심재호 외, 2015; 이광원, 2016) 본 연구에서 추가로 다루기 어려움이 있기 때문이다.

위와 같은 내용을 반영하여 개발한 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 최종 교수설계 원리와 상세지침은 <표 IV-32>와 같다.

<표 IV-32> 최종 교수설계 원리 및 상세지침

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 문제	<b>1. 교과 통합의 원리</b> : 여러 교과와 개념과 원리를 활용하는 문제를 개발한다.
	1.1 직관적으로 떠올린 문제를 중심으로 STEAM 관련 교과 내용을 브레인스토밍하라
	1.2 STEAM 교과와 성취기준을 확인하여 문제에 대한 개념도를 작성하라
	1.3 문제 해결 과정에서 학습해야 할 교과와 성취기준을 작성하라
	1.4 설계의 제한조건으로 교과와 개념과 원리를 활용하는 것을 제시하라
	<b>2. 최적성의 원리</b> : 활동목적, 학습자 수준, 흥미, 학습 환경을 고려한 최적의 문제를 개발한다.
	2.1 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라
	2.2 학습자의 흥미를 자극할 수 있도록 학습자 경험 관련 소재나 새로운 도구를 활용하여 문제의 맥락을 설계하라
	2.3 학습자의 지적·기능적 수준, 학습시간을 고려하여 문제와 관련된 변인의 수를 결정하라
	2.4 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 설계도부터 모형 제작의 범위 가운데 정하여 제시하라
설계 활동 과정	<b>3. 단계별 활동 충실의 원리</b> : 설계 과정의 단계별 활동이 충실히 이루어지도록 활동을 계획한다.
	3.1 '문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모형 제작 및 수정-발표 및 평가'의 과정을 명확하게 계획하라
	3.2 단계별 활동 목적과 학습자의 활동 내용을 작성하라
	<b>4. 설계의 순환 반복의 원리</b> : 지속적으로 수정하며 설계하도록 지원 계획을 세운다.
	4.1 평가 기준과 방법을 안내하여 학습자가 이에 기초하여 설계 내용을 수정하게 하라
	4.2 설계 과정의 초반에 아이디어를 지속적으로 평가하고 수정할 수 있도록 지원 계획을 세워라
	4.3 산출물을 수정할 수 있도록 활동 시간을 분배하라
	<b>5. 지식 활용 촉진의 원리</b> : 다양한 지식과 경험을 활용할 수 있도록 지원 계획을 세운다.
	5.1 학습자가 자신의 경험과 사전지식, 교과지식을 활용할 수 있도록 교수전략을 계획하라
	5.2 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 아이디어 생성을 위한 자료의 제공 범위 또는 조사의 방법과 자료 탐색의 범위를 계획하라
	<b>6. 창의적 사고 활성화의 원리</b>

구성 요소	교수설계 원리 및 상세지침
설계 활동 과정	: 발산적 사고와 수렴적 사고의 적용 방법을 안내한다.
	6.1 다양한 아이디어를 내고 분석하여 새로운 대안을 만들 수 있도록 학습자 간 지켜야 할 규칙을 작성하라
	6.2 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캬퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법에 대한 안내 계획을 세워라
	6.3 아이디어 수렴을 위한 PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등을 학습자 수준과 목적에 적절한 방법을 선택하여 안내 계획을 세워라
	6.4 아이디어의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 해결안 분석 틀을 개발하라
	<b>7. 시각화 활용의 원리</b>
	: 사고를 시각적으로 표현할 수 있는 재료를 선택하고 시각화 방법을 안내한다.
	7.1 평면이나 입체로 여러 아이디어를 구현하며 의사소통할 수 있도록 재료를 준비하라
	7.2 아이디어의 시각적 표현을 통해 해결안의 결과를 예상할 수 있도록 안내 계획을 세워라
	<b>8. 실패 관리의 원리</b>
	: 예상되는 실패에 대한 지원 계획을 설계한다.
	8.1 아이디어의 부재나 문제해결에 실패할 경우 원인을 분석하여 수정할 수 있도록 학습자 지원의 방법을 계획하라
	<b>9. 학습자원 선정의 원리</b>
산출 물	: 학습자와 학습 환경, 창의성 촉진의 목적을 고려하여 도구와 재료를 선정한다.
	9.1 학습자가 경제성, 효율성의 원리에 따라 도구, 재료를 선택, 교환할 수 있도록 활동에 필요한 도구와 재료를 준비하라
	9.2 안전과 사용목적, 학습자의 기능 수준을 고려하여 도구와 재료를 선정하라
	<b>10. 협력 활동 촉진의 원리</b>
	: 협력 활동이 원활하게 이루어지도록 학습 환경을 마련한다.
	10.1 학습자의 의사소통 성향과 성별을 고려하여 실질적인 모둠을 구성하라
	10.2 학습자들이 협력하며 설계 활동에 참여할 수 있도록 협력의 규칙과 방법을 계획하라
	10.3 모둠 간 경쟁보다는 협력하며 도울 수 있도록 분위기를 조성하라
	<b>11. 자기 평가 지원의 원리</b>
	: 설계 과정과 결과에 대한 평가 방법과 기준을 계획한다.
	11.1 설계 과정을 성찰하여 발표할 기회를 제공하라
	11.2 산출물을 학습자 수준에서의 독창성과 설계 목적에 맞는 적절성 측면에서 평가하도록 평가지를 개발하라

교수설계 원리와 상세지침의 순서는 절차를 표현하는 것은 아니며 설계 과정에서 통합적으로 적용된다. 교수설계 원리와 상세지침에 대한 설명은 다음과 같다.

### ① 교과 통합의 원리

교과 통합의 원리는 여러 교과의 개념과 원리를 반영하여 해결할 수 있는 설계 문제를 개발하는 것이다. 과학의 개념과 원리가 필수적으로 적용되며 다른 교과의 핵심 개념과 원리를 활용할 수 있는 문제를 설계한다. 교과 통합적 문제를 설계하기 위한 상세지침은 다음과 같다.

#### 1.1 직관적으로 떠올린 문제를 중심으로 STEAM 관련 교과 내용을 브레인스토밍하라.

S,T,E,A,M 교과 내용을 확인하면서 과학 교과의 개념과 원리를 사용하며 학생들의 창의적 사고를 촉진할 수 있는 문제를 교사의 경험과 지식을 바탕으로 직관적으로 떠올리고 생각한 문제와 관련지을 수 있는 여러 가지 교과 내용을 자유롭게 작성한다. 초등교사는 전교과를 다 가르치면서 교과의 위계를 체득하고 여러 교과 내용을 분석하였기 때문에 생각한 문제와 관련된 교과를 연결하는 과정이 자연스럽게 이루어질 수 있다. 교직 경력이 많지 않은 교사의 경우에는 기존에 개발된 STEAM 교육 프로그램을 확인하여 문제를 생각하는 방법을 고려할 수 있다. 예컨대, 과학과 교육과정의 계절의 변화와 태양의 고도에 대한 내용을 분석하면서 교실의 덥고 추운 문제를 생각하고 관련된 교과 내용을 떠올릴 수 있다. 과학의 계절의 변화, 사회의 자연환경에 따른 가옥구조 형태, 미술의 환경에 어울리는 건축물, 실과의 실내식물 기르기를 교실의 온도와 관련된 교과 학습 내용으로 작성할 수 있다.

#### 1.2 STEAM 교과의 성취기준을 확인하여 문제에 대한 개념도를 작성하라.

자유롭게 떠올린 문제를 구체적으로 교과 학습과 연계시키기 위해서 성취기준을 확인한다. 성취기준을 달성하기 위해 내용과 방법을 예시적으

로 드러낸 것을 교과서라고 할 때, 교사가 문제상황으로 제시할 수 있는 범위를 넓히기 위해서는 성취기준을 활용하는 것이 적합하다. 성취기준이 문제와 어떤 관련을 갖고 있는지를 개념도로 작성하는 것은 교사가 수업에서 다른 교과와 범위를 파악할 수 있게 돕는다. 예컨대, 과학교과의 ‘계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 이해한다.’의 성취기준과 사회교과의 ‘우리나라의 자연적 특성의 변화를 말할 수 있다’의 기후 변화를 관련지을 수 있다. 또, 수학교과의 ‘여러 가지 각도를 어림하고 직접 재어보는 활동을 통해 각도에 대한 양감을 기른다’를 태양의 남중 고도의 측정과 연결할 수 있다.

### 1.3 문제 해결 과정에서 학습해야 할 교과의 성취기준을 작성하라.

여러 가지 문제와 관련된 내용 가운데 목표로 하는 성취기준을 설정하고 문제해결을 통해 학습자가 달성할 학습목표를 작성한다. 예컨대, 과학의 태양의 남중 고도에 따른 기온의 변화를 핵심 성취기준으로 설정하고 학습목표로 ‘태양의 남중 고도와 기온의 관계를 설명할 수 있다’로 할 수 있다.

### 1.4 설계의 제한조건으로 교과의 개념과 원리를 활용하는 것을 제시하라.

제한조건은 해결안이 만족해야 할 조건으로, STEAM 교육이 교육과정에서 벗어나지 않도록 학습자가 학습해야 할 교과 내용을 설계의 제한조건으로 포함시켜 제시한다. 예컨대, ‘과학의 여름철 태양의 남중 고도를 고려하여 설계할 것’, ‘건축 재료의 특성을 열전도와 관련지어 설계할 것’을 제한조건으로 작성할 수 있다.

## ② 최적성의 원리

최적성의 원리는 활동 목적, 학습자 수준과 흥미, 학습 환경을 고려하여 문제를 개발하는 것이다. 학생들이 창의적으로 사고하며 모형을 제작할 필요가 있으며 학습자의 지적, 기능적 수준, 학습자의 흥미, 설계 활동에 요구되는 학교 환경의 자원을 고려하여 문제의 조건과 범위, 맥락을 설계

한다. 이를 위한 상세지침은 다음과 같다.

## **2.1 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라.**

비구조화된 문제는 문제 해결의 과정과 결과가 여러 가지일 수 있는 문제로 일상생활에서 겪는 대부분의 문제이다. 비구조화된 문제의 반대되는 개념인 정구조(well-structured) 문제는 해결에 적용되는 개념과 규칙이 정해져 있고 문제와 관련된 모든 정보를 학습자가 제공받는 차이가 있다. 비구조화된 문제는 학습자가 문제를 바로 이해하기 어려우며 문제를 해석하기 위해 문제 해결자의 의견이 반영된다. 문제의 초점을 어디에 두는지에 따라 다양한 문제해결 접근이 가능하며 결과도 다양하게 나타나게 된다. 비구조화된 문제는 문제해결에 필요한 정보가 모두 제시되지 않으며 정해진 문제해결의 과정과 답이 없다. 이러한 비구조성의 특징을 반영한 문제의 분석 기준으로 최정임(2004)은 ‘문제에 해결에 필요한 일부의 정보만이 포함되어 있는가?’, ‘문제해결을 위해 문제를 분석하고, 정보를 찾고, 계획하는 과정이 필요한가?’, ‘문제에 대한 다양한 해결책이 존재하는가?’, ‘문제 해결을 위한 접근 방법이 다양한가?’, ‘논쟁이나 토론의 여지가 있는가?’를 제시하였다. 비구조화된 문제의 예로 ‘여름철 교실 온도가 너무 높아 수업에 집중하기 어렵다. 에어컨은 전기세의 문제로 사용이 제한되고 있다. 에어컨을 사용하지 않고도 쾌적한 교실 환경을 만들 수 있는 방법을 찾아보자.’를 제시한다면 쾌적한 교실 환경이 어떤 조건인지, 교실 온도를 몇 도로 맞추는 것이 적절한지, 교실 온도에 영향을 미치는 변인은 무엇인지 등에 대한 학습자의 탐색이 요구되며 해결안이 학생들마다 다양하게 나올 수 있다. 학생들은 자신들이 경험한 바를 바탕으로 문제의 원인을 분석하고 실험하며 해결안의 타당성을 입증하기 위해 논증할 수 있다.

## **2.2 학습자의 흥미를 자극할 수 있도록 학습자 경험 관련 소재나 새로운 도구를 활용하여 문제의 맥락을 설계하라.**

학생들이 흥미 있어 할 문제를 설계하기 위한 방법으로 학생들이 해결하고 싶어 하는 문제를 같이 확인할 수도 있고 교사가 마련한 문제를 사



전에 몇몇 학생들에게 물어보고 반응을 확인하여 문제를 설계할 수도 있다. 학생들의 경험이나 지식에 초점을 두고 흥미 있어 할 소재를 찾을 수도 있고 학생들이 접하지 못한 새로운 도구나 기기를 활용하여 학생들의 흥미를 자극할 수도 있다. 문제의 맥락은 학생들이 학습하거나 학습한 내용을 적용하여 설계 문제를 해결해야 하는 상황을 제공한다. 실제로 일어난 일이나 일어날 가능성이 있는 일, 학습자의 경험 관련 소재를 활용하여 문제의 맥락을 설계할 수 있다. 비맥락적 문제는 맥락적 문제와 동일하게 학생들이 적용해야 할 교과 개념과 원리를 포함하지만 맥락적 문제는 설계 활동이 이루어져야 하는 주제에 유의미하게 연결되어 학생들의 문제 해결에서 제시된 조건 이외의 것들을 반영하여 문제를 해결하는데 도움이 된다. 본 연구에서 학교의 실제 맥락을 적용한 문제가 주어진 제한조건 이외에 현실적 조건들을 추가로 적용하는 결과로 나타난 것과 관련이 있다. 예컨대, 외부 온도의 영향을 적게 받을 수 있는 건물의 설계에 대한 문제라면 문제의 맥락으로 실제 교실의 온도 변화를 측정하여 이를 활용할 수 있다.

### 2.3 학습자의 지적·기능적 수준과 학습시간을 고려하여 문제와 관련된 변인의 수를 결정하라.

설계 문제에 관련된 변인은 여러 가지로(Cross, 2006; Lawson, 2006) 수많은 요소 가운데 제한된 시간 내에 학생들이 학습하기를 바라는 핵심 변인을 선택하여 제시한다. 예컨대, 여름철 교실 온도를 낮추는 것과 관련하여 기온과 관련된 다양한 변인을 생각해 볼 수 있다. 환경문제부터 태양의 고도, 복사열, 학교 건물의 위치, 대류, 건축 재료 등이 관련 요소라고 할 때, 교사는 이 가운데 어떤 변인을 학생들이 중점적으로 다룰 것인지 판단을 해야 한다. 또, 건물 전체를 대상으로 할지, 교실의 창문이나 벽 등 일정 부분만 할지를 수업시간과 학습목표, 학습자 수준을 고려하여 결정한다. 본 연구에서 확인할 수 있었던듯이, 학생들에게 해결안의 범위를 결정하게 하면 가용 시간과 지적, 기능적 수준을 고려하기에 어렵기 때문에 교사가 사전에 이를 고려한 문제의 범위를 결정하여 제시하는 것이 보다

효과적일 것으로 보인다.

## **2.4 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 설계도부터 모형 제작의 범위 가운데 정하여 제시하라.**

산출물은 학생들의 설계 활동 결과물로, 최종 산출물의 형태를 제시하는 것은 학생들이 해야 할 활동이 무엇인지 명확하게 인지하게 하여 활동에 자신감과 흥미를 갖게 한다(조대희, 2002). 모형은 해결안을 구현한 결과물로 기능, 형태를 보여줄 수 있다. 수업시간과 모형 제작의 필요성과 제작 가능성, 활용 가능한 재료와 도구의 종류를 고려하여 설계도와 모형 제작 중에 선택하여 제시한다.

### **③ 단계별 활동 충실의 원리**

단계별 활동 충실의 원리는 설계 과정의 단계별 활동이 충실히 이루어지도록 활동을 계획하는 것이다. 초보 설계자들은 아이디어 구상을 빨리 마치고 제작 활동에 몰두하는 특징을 보인다(김진섭, 2010; Welch & Lim, 2000)는 점에서 학생들이 단계별 설계 활동을 충실히 할 수 있도록 교수설계를 한다. 초기에 해결안을 정한 후에는 문제가 발생해도 잘 고치려 하지 않기 때문에 학생들에게 각각의 단계별 활동의 목적이 무엇인지, 어떤 활동을 해야 하는지에 대한 이해를 시켜 활동의 목적을 달성할 수 있도록 안내해야 한다. 상세지침은 다음과 같다.

### **3.1 ‘문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모형 제작 및 수정-발표 및 평가’의 과정을 명확하게 계획하라.**

설계의 과정은 ‘문제 확인 및 정의’, ‘자료 조사 및 아이디어 생성’, ‘해결안 선택’, ‘모형 제작 및 수정’, ‘발표 및 평가’의 5단계로 이루어진다. 각 단계는 구분되어 있지만 단선적 과정은 아니며 평가를 통해 순환·반복되는 형태를 갖는다. ‘문제 확인 및 정의’에서는 교사가 제시한 문제를 학생들이 이해하고 문제의 원인을 파악하는 활동이 이루어진다. 문제 정의는 문제의 원인이 무엇인지 찾는다는 의미이다. 예컨대, 교실이 더운 이유로

문제 정의를 ‘에어컨을 학교에서 사용하지 못하게 해서’라고 할 수도 있고 ‘우리 교실이 제일 위층에 있어 태양광을 직접적으로 받기 때문’이라고 할 수도 있다. 문제의 원인이 무엇인지 학생들이 정의한 후에는 ‘자료 조사 및 아이디어 생성’ 단계에서 정의한 내용에 따라 관련된 자료를 찾고 아이디어를 다양하게 생성하는 활동을 한다. 여러 가지 아이디어가 모아지면 ‘해결안 선택’ 단계에서 문제의 평가 기준에 적합한 해결안을 선택한다. 해결안 선택은 하나의 완벽한 아이디어는 없기 때문에 여러 가지 아이디어를 분석, 종합하여 대안을 만드는 과정을 통해 이루어진다. 해결안은 ‘모형 제작 및 수정’의 과정에서 모형을 제작하여 실제적으로 구현되며, 모형 제작의 과정에서도 해결안의 적합성과 독창성을 평가하며 지속적으로 수정하는 활동이 이루어진다. 모형을 완성한 후에는 ‘발표 및 평가’의 단계에서 설계 과정에서의 의사결정 내용을 발표하고 최종 산출물인 모형을 평가 기준과 방법에 따라 평가하는 활동을 한다.

이와 같은 설계의 단계를 수업에서 어떻게 적용할지 차시별 활동으로 계획한다. 예컨대, 각 단계를 한 차시 분량으로 활동을 정할 수도 있고 문제의 수준과 자료의 제공 정도를 고려하여 ‘문제 확인 및 정의’와 ‘자료 조사 및 아이디어 생성’을 한 차시의 활동으로 계획할 수도 있다.

### 3.2 단계별 활동 목적과 학습자의 활동 내용을 작성하라.

설계의 단계가 어떤 목적으로 이루어져야 하는지에 대한 이해를 바탕으로 학생들에게 각 단계별 목적과 활동을 작성한다. 설계의 단계를 한 차시로 계획을 했다면 활동 목적은 학습목표가 되고 단계별 활동 내용은 학습활동이 된다. 학생들이 각 활동에서 목표로 하는 것이 무엇이고 어떤 결과를 나타내야 하는지에 대해 이해하고 활동이 충분히 이루어진 상태에서 다음의 과정을 경험하도록 수업의 차시별 지도 계획을 작성한다.

#### ④ 설계의 순환 반복의 원리

설계의 순환 반복의 원리는 지속적으로 설계 내용을 수정하며 설계할 수 있도록 지원 계획을 세우는 것이다. 설계 과정의 순환성에 바탕을 두고

있다. 이때의 순환성은 설계하는 과정에서 평가를 통해 지속적으로 수정하는 것을 의미한다. 잘못된 부분, 기대한 대로 작동하지 않는 것을 실패가 아닌 수정의 기회로 생각하고 이의 원인을 찾아 해결하는 활동이 반복적으로 이루어지게 해야 한다. 이를 위한 상세지침은 다음과 같다.

#### **4.1 평가 기준과 방법을 안내하여 학습자가 이에 기초하여 설계 내용을 수정하게 하라.**

학생들의 수정 활동을 돕기 위해서는 평가의 기준이 무엇이며 어떻게 평가할지에 대해 안내해야 한다. 평가 기준은 설계 문제의 해결안으로서 적합한가, 설계의 제한조건을 만족하는가, 기존에 없는 새로운 해결안인가의 적절성과 독창성의 측면에서 제시한다. 이때, 기존에 없는 해결안은 역사적 새로움이 아닌 개인적 새로움으로 학생들이 이전에 생각해 내지 못했던, 이전에 보지 못했던 것으로 정의한다.

독창성의 평가 방법은 해결안이 어떤 점에서 새로운 점인지를 학생들이 평가하고 발표하게 한다. 적절성을 평가하는 방법은 전체 학생들 앞에서 기능하는 모습을 테스트하거나 산출물이 설계 목적에 적합함을 증명하게 한다. 예컨대, 교실 온도를 낮추는 방법으로 설계한 것이 실제로 그러한 효과를 내는지 실험 결과나 과학적 원리를 바탕으로 설명할 것을 평가 방법으로 제시할 수 있다.

#### **4.2 설계 과정의 초반에 아이디어를 지속적으로 평가하고 수정할 수 있도록 지원 계획을 세워라.**

제작 활동에서 수정 작업이 가장 많이 이루어지고 수정에 소요되는 시간과 노력이 증가한다. 시간과 재료 부족의 문제도 발생하게 되어 결과적으로 학생들의 설계 활동에 대한 아쉬움과 불만족을 갖게 하는 원인이 된다. 제작 과정에서 발생할 문제를 최소화하기 위해 설계 초기의 아이디어를 생성하고 선택하는 과정에서 지속적으로 아이디어를 평가하고 수정하는 활동을 강조할 필요가 있다. 또 제작 과정에서 재료의 특징과 학생들의 기능상의 문제로 인해 산출물이 계획한 대로 구현되지 않는 점을 고려하

여 해결안을 선택하는 과정에서부터 활용 가능한 재료들을 제공하고 재료를 탐색하도록 안내하는 계획을 세워야 한다.

#### **4.3 설계 과정에서 수정할 수 있도록 활동 시간을 분배하라.**

평가를 통해 학생들은 발생하는 문제를 지속적으로 수정하며 설계 활동을 하나 전체 수업 시간을 고려하지 않아 계획된 수업 시간 내에 마무리를 못하게 된다. 최종 설계 단계까지 충분히 수정하면서 마무리 할 수 있도록 교사는 전체 활동 시간에서 수정을 위한 시간을 분배하여 계획해야 한다.

#### **⑤ 지식 활용 촉진의 원리**

지식 활용 촉진의 원리는 설계 문제 해결을 위해 다양한 지식과 경험을 활용할 수 있도록 지원 계획을 세우는 것이다. 설계자의 경험과 지식이 문제해결에 많은 영향을 미치는 것을 고려한 것으로 상세지침은 다음과 같다.

#### **5.1 학습자가 자신의 경험과 사전지식, 교과지식을 활용할 수 있도록 교수전략을 계획하라.**

설계의 단계 중 ‘문제 확인 및 정의’에서 문제 정의의 활동은 성인 학습자도 어려운 것으로 초등학생들이 문제를 정의하기 위해서는 교사의 스캐폴딩이 필요하다. 학습자의 경험과 흥미를 기반으로 한 문제를 개발하였다면 학생들이 문제를 확인하면서 자신의 지식과 경험을 떠올리게 된다. 문제 상황을 인식하고 문제를 찾는 방법으로 역할극과 같이 초등학생들에게 익숙하면서 학생들이 흥미를 갖고 있는 활동을 고려할 수 있다. 또한 학습목표와 이전에 학습한 내용들을 활용할 수 있도록 자료나 발문을 계획하여 제시함을 통해 학습자의 문제 정의 활동을 도울 수 있다.

#### **5.2 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 아이디어 생성을 위한 자료의 제공 범위 또는 조사의 방법과 자료 탐색의 범위를 계획하라.**

학생들이 자료를 찾을 때 목적 없이 표류할 수 있다는 점에서 문제 해결을 위한 자료 탐색 시 학생들이 인터넷이나 책을 이용하여 자료를 찾는 수준과 학교에서 가용한 환경 등을 고려하여 자료의 제공 방법과 범위를 선택해야 한다. 인터넷이나 책을 활용하여 자료를 조사할 때 자료 탐색의 목적을 인식하고 필요한 자료를 찾을 수 있도록 안내한다.

## **⑥ 창의적 사고 활성화의 원리**

창의적 사고 활성화의 원리는 발산적 사고와 수렴적 사고의 방법을 안내하는 것이다. 학생들이 문제해결의 과정에서 발산적, 수렴적 사고 기법을 활용하여 창의적 사고를 할 수 있도록 한다. 이를 위한 상세지침은 다음과 같다.

### **6.1 다양한 아이디어를 내고 분석하여 새로운 대안을 만들 수 있도록 학습자간 지켜야할 규칙을 작성하라.**

아이디어를 내고 해결안을 선택할 때, 학습자들 간의 의견 충돌이 감정을 상하게 하여 활동을 방해하거나 아이디어를 제시하는 것에 부담을 느끼는 학생들이 있기 때문에 활동에서 요구되는 규칙을 명확히 계획하여 제시할 필요가 있다. 예컨대, 발산적 사고를 촉진하기 위해 ‘다른 사람의 아이디어에 대해 비판하지 않기’, ‘제한된 시간에 생각나는 대로 모든 아이디어를 적어보기’, ‘다른 사람의 아이디어에서 좋은 점을 찾기’등을 규칙으로 제시할 수 있다. 대안 생성의 과정에서 한 가지의 아이디어가 완벽하기 어렵기 때문에 ‘한 가지 아이디어를 그대로 선택하지 않기’를 규칙으로 할 수 있다.

### **6.2 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캠퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법에 대한 안내 계획을 세워라.**

발산적 사고를 촉진하기 위한 방법으로 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캠퍼 등을 사용하도록 계획하는 것이다. 교사는 문제의 성격에 맞는 발산적 사고기법을 사용하여 학생들이 다양한 아이디어를 생각할 수 있게

안내해야 한다. 브레인스토밍은 대표적인 발산적 사고기법으로 아이디어의 질 보다는 수를 강조하며 떠오르는 생각을 평가를 하지 않고 많은 아이디어를 내는 것이 중요하다. 브레인라이팅은 브레인스토밍을 변형한 것으로 학생들이 여러 가지 아이디어를 말로 표현하기에 어색함을 느끼는 경우 종이 위에 기록하는 방법이다. 다른 사람이 작성한 아이디어에 추가로 할 수도 있고 종이를 바꿔 가며 자신의 아이디어를 기록할 수도 있다. 스캠퍼는 독창적인 아이디어를 생각하기 위한 질문을 약자로 표현한 것으로 S(substitute) 다른 것으로 대체하면, C(combine) 조합하면, A(adapt) 고치면, M(modify-magnify-minify) 수정하거나 확대하거나 축소하면, P(put to other use) 다른 용도는, E(eliminate) 제거하면, R(rearrange-reverse) 재배치하거나 거꾸로 하면과 같은 질문을 하여 창의적 사고를 자극한다.

**6.3 아이디어 수렴을 위한 PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등을 학습자 수준과 목적에 적절한 방법을 선택하여 안내 계획을 세워라.**

다양한 아이디어를 평가하며 목적에 맞는 아이디어로 정련하는 것을 목적으로 수렴적 사고 기법을 적용한다. 발산적 사고를 통해 학생들이 생각한 것을 모두 작성한 후에는 비슷한 것과 다른 것, 긍정적인 점, 문제점 등을 분석한다. 이때, PMI, 평가행렬법, 핫스팟과 같은 사고기법을 사용할 수 있으며 학생들이 사용하기 쉬운 정도와 문제의 성격에 따라 선택하여 사용한다. 아이디어를 조직하기 위한 목적으로는 핫스팟, 아이디어를 평가하는 것은 평가행렬법, 아이디어를 다듬고 개발할 때는 PMI가 적합하다(김영채, 2014). 핫스팟은 많은 아이디어 가운데 흥미롭고 괜찮아 보이는 것을 ‘히트’로 표시하고 히트로 표시된 것 가운데 비슷한 내용을 분류하여 핫스팟으로 묶은 다음 여러 핫스팟 가운데 문제에 적절한 것을 선택하는 방법이다. 평가행렬법은 아이디어의 강점과 약점을 분석하기 위한 방법으로 표의 가로에는 평가 대상인 아이디어를 작성하고 세로에는 평가 기준을 작성한다. 평가 척도는 상, 중, 하 또는 1, 2, 3으로 하여 평가 기준에 따라 모든 아이디어를 평가한 후 점수를 합한다. 이때, 점수는 최적의 해

결안을 선택하는 기준으로 사용하기보다 아이디어의 강점과 약점을 확인하고 개선하는 용도로 사용한다. 최고 점수로 평가된 아이디어를 바로 선택하는 것이 아니라 여러 평가 기준 중에 점수가 낮은 항목을 개선하기 위한 방법을 찾아보며 대안을 수정해 가도록 해야 한다. PMI 기법은 Plus, Minus, Interesting의 약자로 아이디어의 강점, 약점, 흥미로운 점을 분석한다. 강점을 먼저 확인하고 개선이 필요한 부분을 찾는다. 아이디어를 개선하기 위한 관점에서 약한 부분을 분석한다. 그리고 흥미 있고 독특한 내용을 찾아 새로운 아이디어를 생각한다.

#### **6.4 아이디어의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 해결안 분석 틀을 개발하라.**

수렴적 사고기법의 연장선에서 학생들이 아이디어를 평가할 수 있게 교사가 해결안 분석 틀을 제시해야 한다. 어떤 측면에서 각각의 아이디어가 긍정적인지, 문제점은 무엇인지에 대해 학생들이 분석하고 종합할 수 있도록 기준을 마련하여 제시한다. 예컨대, 문제와 관련된 당사자들의 입장에서 각각의 아이디어를 평가할 수 있고 효과성, 효율성, 경제성을 분석의 기준으로 할 수 있다.

#### **⑦ 시각화 활용의 원리**

시각화 활용의 원리는 사고를 시각적으로 표현할 수 있는 재료를 선택하고 시각화 방법을 안내하는 것이다. 시각화는 학습자의 인지부하를 줄이면서 사고를 구체화하고 학습자간의 의사소통을 원활하게 하여 창의적 문제해결을 돕는다. 상상, 스케치, 설계도, 모형 등이 설계 과정 중에 활용될 수 있다(박지아, 최준섭, 2015). 상세지침은 다음과 같다.

#### **7.1 평면이나 입체로 여러 아이디어를 구현하며 의사소통할 수 있도록 재료를 준비하라.**

아이디어를 평면이나 입체로 구현할 수 있도록 재료를 준비해야 한다. 학교에서 활용 가능한 재료 가운데 학생들의 사고를 표현하기에 적합한가



를 고려하여 선택한다. 평면의 형태로는 종이에 스케치할 수 있고 입체 표현은 찰흙이나 상자, 쌓기나무 등을 활용할 수 있다. 이러한 재료를 제공할 때는 활용 목적과 방법에 대해 설명하여 재료가 학습자의 주의집중을 분산시키지 않도록 해야 한다.

## **7.2 아이디어의 시각적 표현을 통해 해결안의 결과를 예상할 수 있도록 안내 계획을 세워라.**

아이디어를 구체화하는 방법과 과정, 해결안을 예상할 수 있도록 안내한다. 모형을 제작하기 전까지 학생들이 해결안의 결과를 예상하기 어렵다는 점에서 아이디어를 생각하고 해결안을 선택하는 과정에서 모형 제작에서 활용할 수 있는 재료와 도구를 제시하여 관련 재료를 이용하여 대강의 윤곽을 만들며 시각적으로 사고하고 모델링할 수 있도록 안내한다. 예컨대, 학교 모형을 만들기 위해 우드락을 기본 재료로 제공한다면 우드락을 조각내어 기본 형태를 구성해 가며 해결안을 만들도록 안내하여 기본 재료의 성질에 대한 탐색과 함께 제작 과정에서의 문제점을 예상하는 것을 도울 수 있다.

## **⑧ 실패 관리의 원리**

실패 관리의 원리는 학생들의 예상되는 실패에 대해 지원 계획을 설계하는 것이다. 설계 활동을 실패와 미완성으로 끝내지 않고 문제를 분석하고 해결하여 실패를 통해 성공과 완수로 설계 활동을 마무리하도록 학습자를 돕는 것과 관련이 있다. 이를 위한 상세지침은 다음과 같다.

## **8.1 아이디어의 부재나 문제해결에 실패할 경우 원인을 분석하여 수정할 수 있도록 학습자 지원의 방법을 계획하라.**

아이디어의 생성은 설계자의 지식과 경험에 의존하기(Benami & Jin, 2002) 때문에 초등학생들의 경험과 지식의 한계를 보완하기 위한 방법을 계획한다. 교실 환경에서 손쉽게 활용할 수 있는 아이디어 생성의 지원 방법으로 다른 학생들의 활동을 보게 하는 것과 교사의 힌트 제공을 고려할

수 있다. 이때, 학생들이 단순히 교사나 동료 학습자의 사례를 그대로 모방하지 않도록 모양, 기능, 행동 중 하나 이상에서 차이점을 나타낼 수 있도록 안내하는 것이 중요하다.

산출물 제작에 있어 실패에 대한 지원은 기능의 문제인지, 해결안 자체가 갖고 있는 문제인지에 대해 파악하고 이에 따라 학생들이 수정할 수 있도록 안내 계획을 세운다. 또, 아이디어를 내고 설계도를 작성하는 과정에서 자신감이 넘치나 산출물이 조잡스럽게 나오는 것에 대해 학생들이 가지는 실망감을 예상하여 사고 과정에 초점을 둔 설계 활동의 목적을 제작 활동 이전에 강조할 필요가 있다.

### ⑨ 학습자원 선정의 원리

학습자원 선정의 원리는 학습자와 학습 환경, 창의성 촉진의 목적을 고려하여 도구와 재료를 선정하는 것이다. 설계 활동이 효과적, 효율적으로 이루어지기 위해서는 학생들에게 제공하는 재료와 도구의 선택이 중요하다. 활용 가능한 재료와 도구가 제한적이라는 것과 학습자의 도구 활용 능력에 대한 고려가 필요하다. 이를 위한 상세지침은 다음과 같다.

#### 9.1 학습자가 경제성, 효율성의 원리에 따라 도구, 재료를 선택, 교환할 수 있도록 활동에 필요한 도구와 재료를 준비하라.

학생들이 경제성과 효율성을 고려하며 해결안을 효과적으로 구현할 수 있는 도구와 재료를 선택할 수 있게 여러 가지 재료와 도구를 준비한다. 교사가 생각하기에 필요 있을 것으로 예상되는 것과 관련이 없다고 생각되는 것을 포함하여 재료를 준비하고 목록으로 작성한다. 학생들이 재료를 선택하게 하는 방법은 재료의 가격을 정하여 일정 가격 내에서 선택하게 하거나 활용할 수 있는 재료의 수량을 정하여 제시하는 것을 고려할 수 있다.

#### 9.2 안전과 사용목적, 학습자의 기능 수준을 고려하여 도구와 재료를 선정하라.

초등학생의 기능과 안전, 수업시간과 학습목표, 창의적 사고를 촉진하는가의 여부를 고려하여 재료의 완성도 정도와 도구를 준비한다. 예컨대, 학생들의 조작 능력 수준이 발달하지 못했다면 기본적인 재료를 재단하여 제공할 수 있다. 새로운 도구를 사용하게 되는 경우에는 도구 사용에 대한 안내 계획을 세운다.

#### ⑩ 협력 활동 촉진의 원리

협력 활동 촉진의 원리는 협력 활동이 원활하게 이루어지도록 학습 환경을 마련하는 것이다. 협력은 학생들의 STEAM 수업에서의 만족도와 산출물의 질과 관련이 있으므로 원활한 협력을 위한 교사의 안내가 중요하다. 이를 위한 상세지침은 다음과 같다.

#### 10.1 학습자의 의사소통 성향과 성별을 고려하여 이질적인 모둠을 구성하라.

협력 활동에서 구성원들이 활발하게 의사소통하며 상호작용할 수 있도록 다양한 성향의 학습자들을 하나의 모둠으로 구성한다. 의사소통의 성향과 성별의 차이는 학생들이 서로의 역할을 나누고 활동에 기여하며 설계 활동이 원활하게 이루어질 수 있도록 모둠을 구성하는 기준으로 적용할 수 있다.

#### 10.2 학습자들이 협력하며 설계 활동에 참여할 수 있도록 협력의 규칙과 방법을 계획하라.

초등학교에서 모둠별 활동은 일반적으로 이루어지고 있으나 설계 활동에서 협력이 원활하게 이루어지기 위해서는 이를 위한 규칙과 방법을 제시하는 것이 중요하다. 역할을 분담하며 활동할 수 있도록 규칙을 세우고 방법을 제시한다. 모둠 구성원들에게 진행, 기록, 재료 준비, 활동 독려(칭찬, 격려)의 역할을 제시하고 활동의 기여도를 서로 평가할 수 있는 방법을 계획할 수 있다. 협력의 규칙은 ‘각자의 역할을 충실히 하기’, ‘모두가 자신의 의견을 제시하기’, ‘서로의 다름을 인정하고 허용하기’, ‘서로 격려

하기’, ‘적극적으로 다른 친구를 돕기’등을 제시할 수 있으며 학생들과 같이 협력의 규칙과 규칙이 잘 이행되지 않을 경우에 대한 제재 사항을 정할 수 있다.

### **10.3 모둠간 경쟁보다는 협력하며 도울 수 있도록 분위기를 조성하라.**

모둠간 협력은 관점 공유의 대상을 반 전체 학생으로 확대하여 모듬의 활동 내용을 평가하고 개선할 수 있는 기회로 활용한다. 서로의 활동에서 좋은 아이디어는 칭찬하고 문제점은 해결안을 제시하는 등의 방법을 계획할 수 있다. 또한, 협력이 활발히 이루어지도록 협력의 정도에 따라 보상의 계획을 세울 수도 있다.

## **㉞ 자기 평가 지원의 원리**

자기 평가 지원의 원리는 설계 과정과 결과에 대한 평가 방법과 기준을 계획하는 것이다. 학습자가 설계 과정과 제작한 산출물의 결과에 대해 스스로 평가할 수 있도록 평가의 기준과 방법을 계획한다. 이를 위한 상세 지침은 다음과 같다.

### **11.1 설계 과정을 성찰하여 발표할 기회를 제공하라.**

학생들이 스스로 활동 과정을 성찰하고 발표할 수 있도록 수업을 계획한다. 성찰의 내용은 설계 과정에서 이루어진 의사결정과 설계 내용의 수정 사항, 학습한 내용, 활동을 통해 느낀 점 등을 중심으로 한다(<표 IV-33> 참고).

### **11.2 산출물을 학습자 수준에서의 독창성과 설계 목적에 맞는 적절성 측면에서 평가하도록 평가지를 개발하라.**

개인적 참신성의 측면에서 학생들이 이전에 생각하지 못했거나 알지 못했던 내용인가를 평가하도록 하며 적절성은 설계 문제의 목적에 맞고 제한조건을 충족하는지를 테스트 또는 발표로 평가할 수 있게 평가지를 개발한다.

학생들의 자기 평가를 위해 교사가 제시할 수 있는 성찰 질문과 평가 기준의 예는 <표 IV-33>과 같다.

<표 IV-33> 성찰 질문과 평가 기준 제시의 예

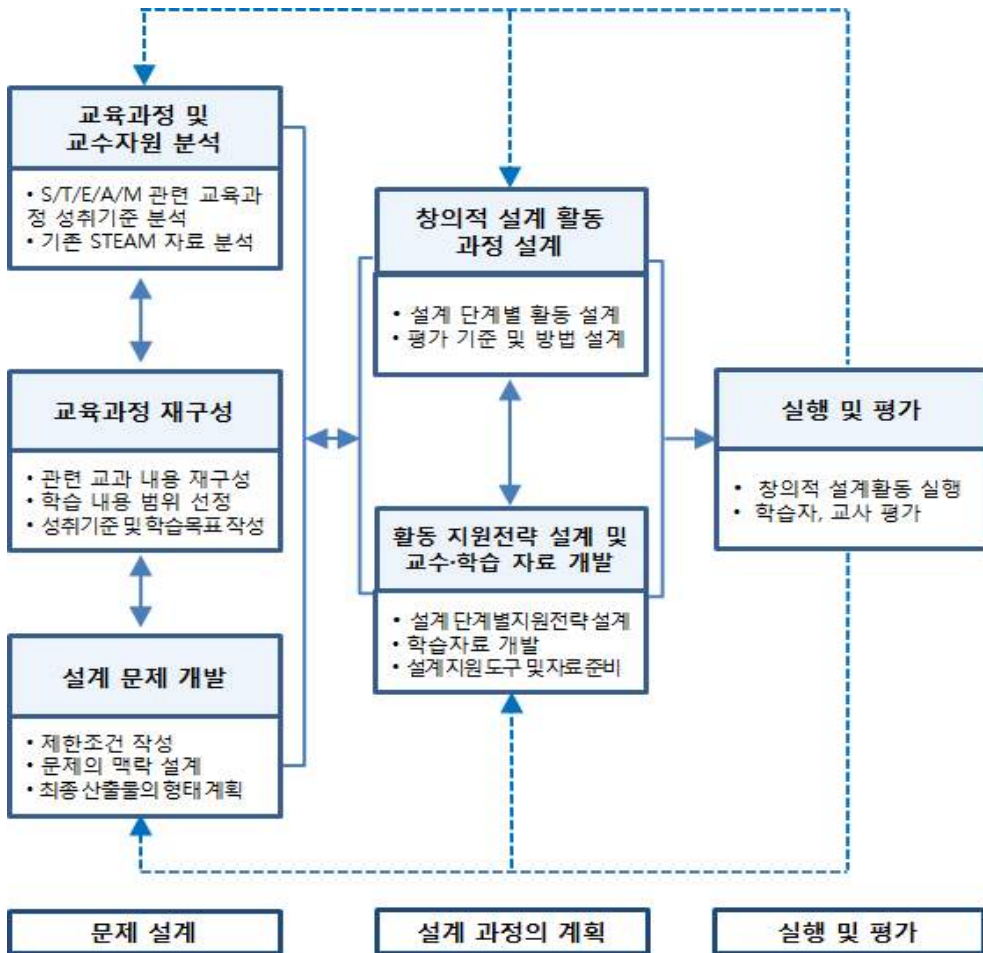
구분	성찰 질문 및 평가 기준
과정에 대한 성찰	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계 과정에서 알게 된 내용은 무엇인가?</li> <li>• 설계 과정에서 가장 큰 영향을 미친 의사결정은 무엇인가? 그 이유는?</li> <li>• 활동 목적을 생각했을 때 제일 잘 했다고 생각하는 것은 무엇인가?</li> <li>• 활동 목적을 생각했을 때 다음 설계 활동에서 개선되어야 하는 것은 무엇인가? 어떻게 개선할 수 있는가?</li> <li>• 창의적으로 사고하며 설계 활동을 했는가?</li> <li>• 협력하며 활동했는가?</li> </ul>
독창성 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어떤 점에서 기존의 해결안과 다른 새로운 점이 있는가?(모양/행동/기능)</li> <li>• 이전에 생각했던 것과 다른 새로운 점은 무엇인가?</li> </ul>
적절성 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제의 제한조건을 만족하는가?</li> <li>• 실현 가능한가?</li> <li>• 실용성이 있는가?</li> </ul>

#### 다. 창의적 설계 활동의 교수설계를 위한 절차 모형

교수설계 원리와 상세지침은 적용하는 방법과 순서를 안내하고 있지 않기 때문에 보다 효과적으로 창의적 설계 활동을 교수설계하는 상황에서 활용될 수 있도록 창의적 설계 활동을 계획하기 위한 과정과 방법을 포함한 교수설계 절차를 제시하였다([그림 IV-7] 참고).

창의적 설계 활동을 위한 교수설계 과정은 크게 세 단계로 ‘문제 설계’, ‘설계 과정의 계획’, ‘실행 및 평가’로 이루어진다. 제안한 모형은 창의적 설계 활동을 계획하기 위한 과정을 안내하는 것을 목적으로 하기 때문에 ‘문제 설계’와 ‘설계 과정의 계획’이 주된 내용이며 ‘실행 및 평가’는

수업을 통해 확인된 문제점이나 강점 등이 다음 수업 계획에 반영되는 점을 고려하여 제시하였다.



[그림 IV-7] 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 절차 모형

교수설계 절차 모형의 단계는 구분되어 있으나 교사의 교수설계 상황에서 각 단계별 활동은 동시 통합적으로 이루어진다는 점에서 병렬적으로 단계를 제시하였다. 단계별 활동을 순서에 따라 제시하였으나 교수설계하는 상황에서 반드시 따라야 하는 순서의 의미는 아니며 ‘문제 설계’와 ‘설계 과정의 계획’은 상호작용하며 동시에 설계될 수 있다. 실선의 화살

표는 설계 과정에서 상호작용함을 나타내며 점선의 화살표는 피드백의 결과가 반영되는 것이다. 즉, ‘문제 설계’의 세 단계는 서로 상호작용하며 동시에 일어나는 설계 활동이며 ‘문제 설계’의 내용은 ‘설계 과정의 계획’과 상호작용한다.

각 교수설계 단계별 활동과 관련 되는 상세지침의 설명은 다음과 같다.

① ‘교육과정 및 교수자원 분석’ 단계 (관련 상세지침: 1.1)

STEAM 교육의 창의적 설계 활동의 교수설계는 교육과정에 근거하여 교과 내용을 통합한 바탕에서 이루어져야 한다. 일반적으로 초등교사들은 교과서의 내용을 확인하면서 교수설계를 하지만 STEAM 교육은 여러 교과 간 통합을 바탕으로 하기 때문에 교육과정을 분석하는 과정이 필요하다. 과학 교과를 중심으로 과학의 개념과 원리를 적용하여 해결할 필요가 있는 문제를 염두에 두며 관련 교과 교육과정의 성취 기준을 확인한다. 이 과정에서 여러 가지 문제를 떠올리고 문제와 관련지을 수 있는 여러 교과 내용을 브레인스토밍하며 작성한다.

교육과정의 분석과 함께 기존에 개발되어 있는 여러 가지 교육 프로그램을 확인하여 문제의 아이디어를 얻을 수 있다. 프로그램에서 제시한 상황제시가 창의적 설계 활동의 설계 문제가 되며 제시된 문제를 설계 활동의 목적과 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 재구성한다.

② ‘교육과정 재구성’ 단계 (관련 상세지침: 1.2, 1.3, 2.3)

교육과정과 기존 교육자료를 분석하면서 떠올린 아이디어와 관련될 것으로 생각한 교과 내용을 교육과정의 성취기준을 확인하여 수업에서 다룰 교과 내용의 범위와 깊이를 계획하는 과정이다.

문제에 대한 아이디어를 구체화하기 위해 관련된 교과 내용을 개념 간의 관련성을 연결하는 개념지도를 작성하여 설계 문제에서 다룰 수 있는 교과 성취기준을 확인한다. 여러 가지 교과의 성취기준 가운데 해당 학년 군에 적합하고 학습자의 수준과 가용 시간을 고려하여 창의적 설계 활동을 통해 학습할 수 있는 것을 성취기준과 학습목표로 작성한다.

③ ‘설계 문제 개발’ 단계 (관련 상세지침: 1.4, 2.1, 2.2, 2.4)

교육과정을 재구성하고 수업에서 다룰 학습내용의 범위를 정하여 설계 문제를 구체적으로 개발하는 과정이다. 성취기준으로 작성한 내용의 교과 개념을 설계 문제 해결에서 적용해야 할 제한조건으로 제시한다. 설계 문제의 맥락은 학생들이 흥미 있어할 만한 소재나 경험을 활용한다. 새로운, 신기해할 만한 도구를 활용하여 학생의 호기심을 유도할 수도 있다. 설계 문제를 작성할 때, 창의적 사고 과정과 제작의 활동이 요구되는 문제를 가용한 학습자원을 고려하며 설계의 제한조건을 추가적으로 제시한다. 가용한 학습자원과 학생들의 인지적, 기능적 수준을 고려하여 최종 산출물의 형태를 설계도에 한정할지, 모형 제작을 통해 성공여부를 확인하게 할 것 인지를 결정하여 문제에 포함한다.

④ ‘창의적 설계 활동 과정 설계’ 단계 (관련 상세지침: 3.1, 3.2, 4.1, 4.3, 11.1, 11.2)

학생들의 창의적 설계 활동은 몇 가지 단계로 이루어지며 각 단계에 대한 교사의 이해가 선행된 상태에서 활동을 계획해야 한다. 단계별 활동은 연계성을 가지면서 계획되어야 한다. ‘문제 확인 및 정의’에서는 교사가 개발한 설계 문제를 학생들이 확인하고 문제의 원인이 무엇인지를 찾는 활동이 이루어진다. ‘자료 조사 및 아이디어 생성’은 학생들이 문제의 원인으로 생각한 것을 해결하기 위한 방안을 책이나 인터넷 또는 교사의 학습자료를 통해 자료를 찾고 여러 가지 아이디어를 생각하는 활동이 주된 내용이다. ‘해결안 선택’의 과정에서는 생각해낸 여러 가지 아이디어를 평가 기준에 따라 분석하고 대안을 만드는 활동으로 이루어진다. ‘모형 제작 및 수정’은 해결안을 적용한 모형을 제작하며 수정하여 평가 기준에 적합한 해결안을 만드는 과정이다. ‘발표 및 평가’의 단계에서는 학생들이 설계 활동을 하면서 경험한 내용과 활동의 결과물인 산출물을 평가기준에 따라 평가하고 발표하는 활동이 이루어진다.

설계의 단계를 단선적으로 제시하였으나 각 단계별 활동은 평가기준에 따라 지속적으로 순환·반복됨을 이해하고 수업에서 수정할 수 있는 시간을



분배하여 계획한다. 평가는 설계 과정에 대한 것과 산출물에 대한 것으로 설계 과정은 의사결정 내용을 대상으로 하고 산출물은 창의성의 두 가지 요소인 적절성과 독창성으로 평가한다. 적절성의 평가 방법은 제한조건의 만족시킴을 증명할 수 있는 방법으로 정한다. 독창성은 학생들이 이전에 생각하지 못했거나 경험하지 못했던 것인지를 기준으로 어떤 점이 기존의 것과 차별화되는지를 설명하게 하는 방법을 사용한다. 이러한 평가 방법과 기준을 설계 활동을 시작하면서 안내하도록 계획하고 평가할 수 있는 틀을 평가지로 작성한다.

⑤ ‘활동 지원전략 설계 및 교수·학습 자료 개발’ 단계 (관련 상세지침: 4.2, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.1, 7.2 8.1, 9.1, 9.2, 10.1, 10.2, 10.3)

학생들의 단계별 설계 활동에서 창의적 사고, 협력적 활동이 원활하게 이루어질 수 있도록 학습자의 활동을 지원할 전략을 설계하고 필요한 교수·학습 자료를 개발하는 과정이다. 지원 전략은 창의성, 협력, 시각화, 지식과 경험 활용을 지원하는 것이 중심이 된다.

창의적 사고를 하며 설계 활동이 이루어지도록 확산적, 수렴적 사고기법을 적용할 수 있도록 적절한 창의적 사고기법을 선택하고 활용 방법을 계획한다. 학생들이 창의적으로 사고할 수 있도록 활동의 규칙을 안내하는 것을 포함한다.

‘문제 확인 및 정의’와 ‘자료 조사 및 아이디어 생성’은 발산적 사고가 활발히 이루어지도록 발산적 사고기법을 활용하고 초등학습자의 미비한 지식과 경험을 확대할 수 있도록 도서실이나 컴퓨터실을 사용하여 자료를 찾게 하거나 교사가 자료를 개발하여 제공하는 방법을 계획한다. 도서실이나 컴퓨터실을 활용해야 한다면 학교의 활용 가능 시간을 고려하여 계획한다. 정보를 찾는 목적을 상기시키고 적합한 자료를 찾을 수 있도록 검색 키워드나 관련 웹 사이트 등을 확인하여 준비한다.

‘해결안 선택’, ‘모형 제작 및 수정’, ‘발표 및 평가’의 단계는 수렴적 사고를 강조하며 여러 가지 아이디어를 평가하고 대안을 만들어 갈 수 있게 수렴적 사고기법을 안내하고 이때 사용할 수 있는 분석 기준을 개발한

다. 모형 제작 이전에 해결안의 실현 가능성 제작 가능성 등을 고려하며 다양한 방법을 시도하여 이의 경험이 모형 제작 과정에서의 모델링의 역할을 하도록 계획한다. 창의적 설계 활동을 위해 준비하는 자료는 시각화를 위한 것과 모형 제작을 위한 것으로 학생들이 아이디어를 나누고 의사결정하는 과정에서 활용할 수 있는 평면이나 입체의 재료를 준비한다. 모형을 제작하기 위한 도구와 재료를 학교에서 가용한 자원 가운데 학습자의 기능과 안전, 활동 목적을 고려하며 학생들이 선택할 수 있도록 여러 가지 종류를 준비한다.

활동을 협력적으로 할 수 있도록 모둠 구성의 형태와 협력의 규칙은 설계 활동이 시작되기 전에 안내하는 것을 계획한다. 모둠 간 협력을 위해 학생들이 서로의 활동을 피드백할 수 있도록 설계 단계에 포함하여 계획한다.

#### ⑥ ‘실행 및 평가’ 단계

창의적 설계 활동을 실행하고 실행에서 나타나는 설계 내용을 평가하여 이후 수업의 설계 활동의 개선점을 확인한다. 실행 과정에서 교사는 계획한 활동을 안내하면서 학생들의 창의적 설계 활동이 원활하게 이루어질 수 있도록 지원한다. 수업의 실행 과정에서 학생들의 반응과 활동 내용을 살펴 다음 차시의 활동을 수정한다. 학생들이 활동을 하는 과정에서 겪는 어려움을 고려하여 다음 수업 차시 계획에 반영한다. 문제를 잘 이해하지 못하는지, 문제의 범위가 너무 넓어서 학생들이 해당 수업 시간에 해결하기 어려운지, 재료나 도구가 제작하기에 비효율적인지 등 수업의 전반에 대한 사항을 평가하여 이를 해결하는 방향으로 수업의 설계 내용을 수정한다. 예컨대, 학생들이 아이디어를 다양하게 제시하지 못하고 몇 가지 아이디어에 고착이 되었다면 다른 관점에서 아이디어를 생각할 수 있도록 교수전략을 설계한다. 이러한 수업의 실행과 반성을 통한 수업 설계의 개선은 교사가 이론과 실제를 통합하는 실천적 지식을 얻을 수 있게 한다(박기용, 최규린, 2008).

## V. 논의 및 결론

### 1. 논의

본 연구에서는 초등교사들이 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 교수설계하는 과정에서 활용할 수 있는 교수설계 원리가 미비하여 이를 지원하기 위한 교수설계 원리를 개발하고자 하였다. 설계·개발연구 방법론에 따라 초등 설계 맥락과 학습자의 특성, 설계 활동 관련 연구들과 현장 교수자의 전략을 통합하여 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리를 개발하였다. 교수설계 원리는 전문가 검토와 사용성 평가로 내적 타당성을 검토 받았으며 개발된 교수설계 원리를 적용한 수업에서 교사의 교수설계를 체계적으로 안내하고 학생들의 과학 교과에 대한 태도 변화와 수업 만족도, 창의적 문제해결의 태도에 긍정적인 영향이 있었음을 확인할 수 있었다. 타당화 결과를 반영하여 최종 교수설계 원리를 개발하고 이의 효과적 활용을 위한 개념 모형과 교수설계 절차 모형을 제안하였다. 이러한 연구과정과 결과를 바탕으로 다음과 같은 측면에서 논의할 수 있다.

#### 가. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리의 이론적·실천적 함의

본 연구에서는 창의성, 설계, 초등학생의 문제해결, 초등교사의 교수설계에 대한 선행연구를 종합적으로 탐색하여 ‘설계 문제’, ‘설계 활동 과정’, ‘산출물’을 구성요소로 11개의 교수설계 원리와 29개의 상세지침을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 교수설계 원리와 상세지침은 교사의 교수설계를 체계적으로 안내하며 학습자의 창의적 사고 촉진 및 교과 흥미 변화에 영향을 미친 것으로 확인되었다. 이러한 연구결과는 다음과 같은 측면에서 시사점을 갖는다.

첫째, 초등교사들이 겪고 있는 교수설계의 어려움과 설계 활동과 관련

된 요소를 전체적으로 고려한 교수설계 원리는 교사의 창의적 설계 활동을 체계적으로 설계할 수 있게 하였다. 이러한 결과는 학생들의 설계 단계만 제시(김진수, 2012; 이동희 외, 2015)하거나 창의적 설계의 특징을 몇 가지 요소로 안내한 것(박현주 외, 2012; 백윤수 외, 2012)과 다르게 설계 활동을 위한 문제와 해결의 결과물인 산출물을 종합적으로 고려하는 교수설계 접근과 공학적 설계 활동의 특징을 구현하기 위한 방법과 창의적 설계 활동을 촉진하기 위한 지원 전략을 반영했기 때문으로 볼 수 있다.

둘째, 학습자의 STEAM 수업에서의 흥미와 창의적 사고의 발현에는 실제적 문제와 설계 활동 과정에서의 제작과 협력이 주요한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학습자와 관련된 실제적 설계 문제가 학습자의 몰입과 흥미를 높인다는 Carr와 Strobel(2011), Cunningham(2009)의 연구와 공작 활동이 STEAM 수업에서 학생들이 만족하는 요인이라고 한 박현주 외(2014)의 연구, 협력의 질이 학생들의 설계 활동의 만족도에 영향을 미쳤다는 신행자 외(2009)의 연구와 동일한 것으로 볼 수 있다. 이는 STEAM 교육이 실제적 문제, 학습자 중심의 활동, 협력을 통해 학생들의 교과에 대한 태도 변화와 창의적 문제해결력을 높이하고자 한 접근을 지지하는 것이며 창의적 설계 활동이 STEAM 교육의 핵심적 교수·학습 방법으로 적용되어야 할 필요성을 보여주는 결과이다.

본 연구에서는 초등교사의 교수설계의 어려움과 설계 맥락, 교사들이 효과적으로 사용하고 있는 전략을 반영하여 원리를 개발하고자 하였다. 이러한 교수설계 원리에 대해 논의하면 다음과 같다.

첫째, 교과 통합을 통한 문제 설계의 교수설계 원리는 교사의 어려움 해소에 도움이 되지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 교사의 직관과 경험을 활용하여 교과 통합적 설계 문제를 효과적으로 개발하였다는 강경균, 최유현(2011)과 이소이(2011)의 연구 결과와는 다른 것으로 볼 수 있다. 기존의 연구들이 기술교과의 내용을 중심으로 설계 문제를 개발한 맥락과 다르게 초등교사는 공학 관련 교과가 없는 상황에서 여러 교과의 교육과정을 분석하여 공학적 설계 활동을 할 수 있는 내용을 도출하고 통합해야 하는 차이가 있기 때문으로 보인다.

둘째, 협력 활동을 위한 모둠 구성과 협력의 규칙 제시는 상대적으로 덜 중요한 상제지침으로 인식되고 있음을 확인하였다. 연구에 참여한 두 명의 교사들은 공통적으로 학생들이 협력을 잘 하기 때문에 모둠의 구성과 협력의 규칙 제시는 적극적으로 반영하지 않았다. 이는 담임교사가 대부분의 교과를 가르치고 모둠을 기본으로 수업 활동을 하는 것이 초등학교에서는 일상적인 것으로 이를 위한 특별한 처치의 필요성을 못 느끼기 때문으로 해석할 수 있다. 그러나 학생들은 협력의 과정이 원활하지 않아 활동에 어려움을 느낀 것으로 나타나 초등학교사들의 대부분이 협동학습을 이해하고 시행한 경험이 있다고 응답한 것과 달리 모둠의 구성과 역할 부여, 사회적 기술 훈련에 대한 이해가 부족하다고 한 노태희, 한지원, 강석진(2014)의 연구와 같이 교사들의 협력 활동에 대한 인식을 제고할 필요성이 있다고 할 수 있다.

셋째, 설계의 순환, 반복의 원리는 학생들의 수렴적 사고를 통한 지속적인 수정 활동을 도운 것으로 확인되었다. 이는 단선적으로 설계 절차를 제시한 김진수(2012)와 이동희 외(2015)의 연구와 다르게 평가기준을 제시하고 이에 따라 지속적으로 수정하도록 교수설계 원리를 제안한 차이가 있다. 평가를 통해 적절한 해결안을 선택할 수 있게 하여 학습자의 수렴적 사고를 촉진하는 효과가 있었다. 유·초등교사들은 창의성을 독창성에 치우쳐 이해한다는 장인희(2012)와 박인영, 송승민, 김미옥, 이순희의(2017) 연구 보고와 같이 연구 참여 교사는 학습자의 자유로운 사고에 초점을 두어 창의적 설계 활동을 계획했다고 하였다. 교과의 개념과 원리를 제한조건으로 제시하고 평가 기준에 적용하여 이를 학생들에게 수정의 기준으로 제시한 것이 수렴적 사고를 하며 설계 내용을 지속적으로 수정하게 하는 효과적인 방법이었음을 확인하였다.

넷째, 초등맥락의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리는 시간의 계획이 중요한 요소로 반영되어야 함을 확인하였다. 학습자의 수업에 대한 만족도와 활동의 질에 시간이 중요한 요소로 작용하였다. 제작의 과정에서 가장 많은 수정 작업이 이루어져 시간이 많이 소요되었다. 이는 학생들의 정해진 수업 시간 이상으로 시간을 필요로 하게 하였으며 제한된 시간으

로 인해 활동의 아쉬움과 불만족을 야기하는 결과로 이어졌다. 이와 관련된 상세지침은 문제의 변인 조절에 대한 2.4, 설계의 초기 단계에 여러 가지 아이디어를 시도하여 이후의 수정 사항을 최소화하도록 한 4.2, 수정을 위한 교사의 시간 계획에 대한 4.3이 있다. 설계의 순환, 반복적 특징이 교실 맥락에서 잘 적용되지 못하는 이유가 제한적 시간이라고 한 Mioduser와 Kipperman(2002)의 주장의 연장선에서 이와 같은 상세지침은 교실 환경에서 설계의 순환, 반복적 특징을 구현하기 위한 방법이라고 할 수 있다.

다섯째, 현장에서 효율적으로 활용되고 있는 전략은 창의성 촉진의 측면에서 교사의 적절한 지도가 필요한 것으로 나타났다. 교사들은 계획된 수업 시간 내에 학생들의 활동이 이루어질 수 있도록 예시나 동료 학습자의 활동 관찰 등을 활용하고 있었다. 이러한 전략을 적용한 8.1과 10.3의 상세지침은 독창성을 저해한다는 기존의 연구들(김동하, 2016; Kelley et al., 2010)과 같은 위험성도 있으나 이를 기초로 새로움을 추가할 수 있는 기회로 작용하는 양면성이 있는 것으로 확인되었다. 예시와 동료 학습자의 활동 관찰이 창의적 결과를 산출하는 인지적 지원 도구로 활용되기 위해서는 단순 모방에 그치지 않도록 교사의 안내가 중요하다.

## 나. 창의적 설계 활동과 교수설계

전통적으로 교수설계 이론은 학습과제의 성격에 따라 교수설계를 하는 입장을 가지고 있다. 본 연구는 학습자의 활동을 교수설계의 대상으로 하여 기존의 교수설계의 대상 범위를 확대하였다는 의의가 있다. 학습자의 활동을 주요한 설계 대상으로 하는 것은 지식의 구성이 개인과 분리되어 존재하지 않고 사회적 상호작용을 통한 개인의 적극적인 의미 구성에 있다는 사회적 구성주의 학습이론에 바탕을 두고 있다.

구성주의 학습이론은 실제적 맥락, 풍부한 학습 환경, 협력적 학습 환경을 학습의 중요한 요소로 제시한다. 구성주의적 수업의 실천을 위한 대

표적인 교수전략으로 ‘인지적 도제’, ‘문제기반 학습’등이 현장에서 적용되고 있으나(Richey, Klein, & Tracey, 2010) 구성주의적 수업 실천을 위한 구체적 지침은 부족한 편으로(Merrill, 2007) 활동을 수업에서 설계하기 위한 이론적 근거도 미비하다. 이론이 실재를 변화시키기도 하지만 실재를 통해 이론의 개선점을 찾을 수 있다는 점에서 본 연구의 학습자의 설계 활동을 분석하여 활동을 설계 하는 것의 시사점을 확인하는 것은 교수설계 지식 구축에 도움이 될 것으로 보인다.

활동이론은 이론을 적용한 설계뿐만 아니라 현상을 파악하고 실천을 재설계하기 위한 목적으로도 사용할 수 있다(Roth & Lee, 2007)는 점에서 이를 근거로 본 연구의 설계활동을 분석할 수 있다. 활동체계 모형([그림 II-28] 참고)에 근거하여 창의적 설계 활동의 교수설계 원리를 분석한 결과는 <표 V-1>과 같다.

<표 V-1> 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 활동의 활동체계 분석

구성 요소	관련 내용	관련 원리
학생 (주체)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생의 STEAM 수업에 대한 생각</li> <li>• 수업에 대한 관심</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2</li> </ul>
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수업목표</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 3</li> </ul>
학습 자원, 학습 내용 (도구)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상징적(생각을 움직이는 설명과 질문): 활동 설명하기, 내용 전달하기, 비계 설정하기, 질문하기</li> <li>• 물리적(생각을 돕는 도구): 온도계, 화이트보드, 포스트잇, 쌓기 나무, 도화지, 모형 제작 재료와 도구, 제작 중인 모형</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3</li> <li>• 4</li> <li>• 5</li> <li>• 6</li> <li>• 7</li> <li>• 8</li> <li>• 9</li> <li>• 11</li> </ul>
학급, 학교 (공동체)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 활동 도와주기</li> <li>• 활동 피드백하기</li> <li>• 4인 1조의 무작위 배치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6</li> <li>• 10</li> </ul>
규칙	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 활동에 적극적으로 참여하기, 비난하지 않기,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4</li> </ul>

구성 요소	관련 내용	관련 원리
협력 (분업) 학습 결과 (결과)	수업 시간 내 마치기, 재료를 아껴 쓰기, 무임승차하지 않기, 평가 기준 만족시키기	• 6 • 10
	• 수직적: 교사의 도움, 활동 규칙	• 4
	• 수평적: 함께 하기, 제재하기, 구성원 역할 분담	• 10
	• 상태 변화된 결과물	• 3 • 11

분석한 내용을 통해 활동을 교수설계하는 것의 시사점을 논의하면 다음과 같다.

첫째, 활동을 교수설계하는 것은 주체와 목적, 이에 영향을 미치는 규칙, 도구, 역할, 공동체를 종합적으로 고려하는 것을 의미한다. 활동구성 요소에 해당하는 교수설계 원리의 정도가 다르나 모든 구성요소에 설계 원리가 적용되고 있음을 확인할 수 있다. 활동을 교수설계하는 것이 학습자의 외현 행위에만 초점이 맞추어지는 것이 아니라 이와 관련된 환경과의 상호작용에 대한 교사의 설계가 필요하다. 예컨대, 활동에서 나타난, 계획한 대로 제작하기 어려운 재료의 종류와 양, 시간의 부족, 협력의 문제, 공작 능력의 부족, 설계도와 모형의 불일치로 인한 갈등과 모순을 주체, 도구, 규칙, 분업, 목적의 유기적인 관계 속에서 파악하면 활용 가능한 도구에 따라 목표를 변경하거나 규칙을 조절하는 등의 교수설계 접근을 하게 된다.

둘째, 교사는 구성주의적 입장에서 학습자를 조력하고 관리하는 역할을 한다. 교사는 학습의 과정과 목표를 계획하고 설계의 과정이 시간 내에 효과적으로 이루어지기 위해 수업 활동을 전반적으로 관리하는 역할을 하게 된다. 이는 활동 중심의 교수설계가 구성주의적 교육을 위한 교사의 실천을 돕는다는 의미를 갖고 있음을 보여준다.

셋째, 활동은 연속적, 다차원적으로 나타나기 때문에 이전 학습의 결과가 이후 학습의 도구로서 매개하는 역할을 한다. 활동은 역사성을 가지고 있다는 활동이론의 원리와 관련된 것으로 구성요소는 고정되어 있지 않고



활동이 진행되면서 변화한다. 특히 제작 과정의 모형은 한 차시 활동의 결과이면서 동시에 학습자의 사고를 촉진하는 도구로서 학습자의 활동을 매개하였다. 학습내용 역시 도달해야 할 목표가 되기도 하지만 학생들의 사고를 지원하는 인지적 도구로서도 매개한다.

넷째, 규칙과 분업이 활동 속에서 원활하게 이루어지기 위한 교사의 안내가 중요한 영향을 미친다. 활동에서 학생들이 경험한 만족과 갈등은 규칙과 분업과 관련된 것으로 이 구성요소는 설계 활동에서 지속적으로 긍정적 또는 부정적인 영향을 미치고 있다는 점에서 협력과 관련된 규칙을 교사와 학생이 명확히 하는 것이 중요하다.

다섯째, 학습자의 학습효과를 매개하는 도구의 중요성을 강조한다. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리의 대부분이 도구의 요소와 관련된 것으로 나타났다. 학습자의 활동을 효과적으로 매개할 수 있는 도구를 설계하는 것을 중요하게 고려해야 한다.

#### 다. 설계·개발연구 방법론의 연구 절차

본 연구는 초등 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리를 개발하기 위하여 설계·개발연구 방법론을 활용하였다. 교수설계 모형과 원리가 설계·개발연구 방법론에 근거하여 개발되고 있으나 모든 연구 과정이 동일하게 이루어지지 않고 연구자의 연구문제와 상황에 따라 변형되어 활용되기 때문에 이러한 연구과정에 대한 공유를 통해 연구 방법론을 정련할 필요하다고 한 김선희(2015)의 주장의 연장선에서 설계·개발연구 방법론에 따른 연구 절차에 대해 논의하면 다음과 같다.

설계 원리의 개발과 타당화 과정이 단절되어 연구의 효율성이 저하되는 문제가 있다. 원리의 개발과 내적 타당화, 외적 타당화의 단선적 과정의 설계 원리 개발 과정에 따라 연구를 진행하였다. 초기 교수설계 원리의 개발은 구성요소, 일반 교수설계 원리, 상세지침을 포함하여 이루어졌으며 교수설계 원리를 개발한 후에 전문가 타당화를 통해 내적 타당성을 확인

하는 절차를 거쳤다. 1차 전문가 타당화 결과, 구성요소가 적절하지 않은 것으로 나타나 구성요소를 수정하여 2차 교수설계 원리를 개발하였다. 2차 교수설계 원리의 개발은 수정된 구성요소에 따라 초기 교수설계 원리를 개발한 것과 같은 과정을 다시 반복하는 과정으로 이루어졌다. 이러한 연구과정에서 초기 교수설계 원리에 대해 전문가들이 제시한 의견을 구체적으로 적용하기 어려움을 확인하였다. 구성요소가 수정되면서 개별 교수설계 원리와 상세지침에 대한 내용을 새로이 개발하게 되기 때문에 설계 원리와 상세지침에 대한 구체적인 전문가 의견을 반영하는 것이 어렵게 되기 때문이다.

구성요소가 선행문헌에서 명확하게 제시되지 않은 경우 선행문헌 분석 결과와 연구자의 직관과 통찰에 기초하여 구성요소를 도출한 후 전문가 타당화를 통해 구성요소의 타당성을 검토 받는 것이 일반적인 연구과정이다. 김선희(2015)와 박태정(2016)이 설계 원리를 개발하고 예비 타당화로 구성요소와 개발 과정에 대한 타당성을 검토 받은 후 설계 원리와 상세지침에 대한 전반적인 타당성을 검토 받는 과정으로 연구를 진행한 것은 구성요소의 수정 시 발생하는 문제점을 최소화하기 위한 방법으로 해석할 수 있다. 개발의 과정과 타당화의 과정을 분리하여 분절적인 절차로 연구를 진행하기보다 개발 과정에서 구성요소와 설계 원리 조직에 대한 타당성을 확인하여 설계 원리를 개발하고 원리와 상세지침에 대한 타당성을 확보하는 연구절차가 보다 합리적일 것이다.

## 라. 교사들의 교수설계 원리의 사용

본 연구는 교육공학의 처방적 성격에 기초하여 초등학교사들이 겪고 있는 창의적 설계 활동 계획의 어려움을 지원하고자 기존의 효과적인 설계 활동의 전략들을 조직화하여 최적의 교수방법을 처방하는 교수설계 원리를 개발하는 목적을 가지고 있다. 많은 교수설계 이론들이 개발되었으나 설계자가 처한 맥락을 고려하지 못하여 현장에서의 사용성이 미비하다는

한계를 보완하기 위하여 초등교사의 설계 맥락을 고려하여 교수설계 원리를 개발하였다. 교사들이 교수설계 원리와 상세지침을 적용하여 수업을 설계하는 과정에서 교수설계 원리 사용과 관련된 다음과 같은 특징을 확인할 수 있었다.

첫째, 교사의 수업 계획과 실행에 가용한 시간이 상세지침의 적용 여부를 결정한다. 수업 준비의 시간이 많지 않아 문제의 설계는 연구자가 제시한 것으로 대체하고 협력 활동을 위한 상세지침은 시간을 할애하여 할 정도의 중요한 활동이 아니라고 판단하여 적용하지 않았다. 이는 새로운 교수방법의 적용에 가장 큰 장애요인으로 작용하는 것이 시간이라고 한 Henderson과 Dancy(2011)의 연구와 같이 교사가 체감하는 수업 계획을 위한 시간의 부족은 상세지침을 선택적으로 사용하게 하였으며 정해진 수업 시간은 상세지침의 적용여부를 판단하는 기준으로 작용하게 한 것으로 해석할 수 있다. 새로운 교수방법을 적용하기 위해서는 교사의 수업 계획을 위한 충분한 시간 마련이 뒷받침되는 것이 필요하다.

둘째, 교사의 개인적 가치가 상세지침의 활용 정도에 영향을 미친다. 모둠을 인위적으로 구성하는 것이 부자연스럽게 느껴져 협력을 위한 모둠을 새로 구성하지 않았으며 흥미를 가장 중요하게 고려하며 수업을 설계하기 때문에 학생들이 흥미 없어할 것으로 예상되는 상세지침의 내용은 변형하여 적용하였다. 개인적으로 수업의 계획과 실행에서 중요하게 인식하는 가치나 선호가 상세지침과 충돌하는 경우 이를 사용하지 않거나 사용의 정도를 조절하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 교사들의 상세지침의 활용 모습은 박기용과 최규린(2008)의 연구결과와 같이 엄격하고 철저하게 따라야 할 교수설계 이론을 제시할 경우 설계자의 특성이나 상황에 맞지 않아 사용하지 않을 가능성을 시사한다 할 수 있다. 이에 교수설계 원리는 적용하되 상세지침의 활용은 유연하게 할 수 있음을 제안하는 것이 현장 교수자들의 설계 원리의 사용을 높일 수 있는 대안이 될 것으로 보인다.

## 2. 결론

본 연구는 초등학교 STEAM 교육에서 창의적 설계 활동을 설계하기 위한 교수설계 원리를 개발하고 교수설계 원리와 상세지침의 적용을 통한 교사와 학습자의 반응과 효과를 확인하였다. 연구 결과와 논의를 바탕으로 다음의 결론을 내릴 수 있다.

첫째, STEAM 교육의 창의적 설계 활동의 교수설계는 설계 활동이 중심이 되며 이를 위한 문제와 산출물을 교수설계하는 구조를 갖는다. 창의적 설계는 STEAM 교육의 구성요소의 하나로 제시되었으나 설계를 위한 문제와 설계 결과물에 대한 독립적으로 수업에 적용되는 것이 아니라 설계가 요구되는 문제와 산출물의 제작 여부를 고려하여 STEAM 수업의 목적을 달성할 수 있는 학습자의 활동으로 설계되어야 한다. 설계 문제와 설계 활동 과정, 산출물을 종합적으로 고려하며 학습자의 창의적, 융합적 사고와 협력 활동이 이루어지도록 창의적 설계 활동의 교수설계 원리와 상세지침을 제시하여 기존의 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계가 학습자의 설계 절차나 설계의 특징만 단편적으로 제시한 한계를 보완하였다.

둘째, STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계는 활동 중심의 교수설계의 특성을 갖는다. 일반적으로 교사의 교수설계는 학습내용을 중심으로 학습활동을 설계하는 반면 창의적 설계 활동을 위한 교수설계는 활동에 초점을 두고 활동을 통해 학습할 수 있는 내용을 선정하는 접근을 취한다. 교과 통합의 기준이 내용의 유사성 보다 활동을 통한 학습 가능성이 중요하게 고려되는 것이다. 학습자의 활동을 중심으로 수업을 설계하는 것은 활동의 주체인 학습자의 활동과 이를 지원하기 위한 학습 환경을 마련하는 것과 관련이 있으며 교사가 학습자 중심의 수업을 구현하여 구성주의적 학습의 실천을 할 수 있게 돕는다.

셋째, STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리는 설계 활동의 교육적 효과를 달성하기 위한 전략을 포함하여 일반 수업에서 설

게 활동을 계획하는 데 활용될 수 있다. 설계 활동은 비구조화된 문제를 해결하기 위한 과정에서 창의적 사고를 요구하며 여러 사람과의 협력을 통한 의사소통 능력과 배려의 인성적 측면의 효과도 가져올 수 있다. 본 연구에서 학생들이 보여준 협력 과정에서의 배려와 의사소통, 활동 전반에 나타난 창의적 사고의 적용 모습은 설계 활동의 교육적 가치와 효과를 보여주었다.

넷째, 창의적 설계 활동에서 중요하게 고려되는 교수설계 원리 중 하나는 설계의 순환, 반복의 원리이다. 제한적 시간을 고려하며 설계의 수정 과정이 충분히 이루어지도록 수정을 위한 시간을 계획하고 평가의 기준과 방법을 제시한 교수설계 원리는 독창적이고 적절한 산출물을 제작하기 위한 설계의 수정 활동을 효과적으로 돕는다.

### 3. 교수설계 원리 활용에 대한 제안 사항

교수자들이 교수설계 원리를 효과적으로 사용하기 위해서는 원리의 사용이 유용함을 인식하는 것이 필요하며(Snelbecker, 1999) 교사가 사용하는 설계 맥락에서의 사용성을 고려해야 한다(박기용, 2007b). 11개의 원리와 29개의 상세지침이 교사들에게 수업을 설계하는 과정에서 유용하게 사용될 수 있는 것으로 이해되기 위해 교수설계 원리 사용에 있어 고려할 사항을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 학생들에게 기대하는 협력 활동의 수준을 명확히 해야 한다. 설계 활동에서 협력의 정도는 창의적 사고와 학생들의 활동에 대한 만족도에 영향을 미친다는 점에서 교수설계에서 중요하게 고려되어야 한다. ‘협력 활동 촉진의 원리’는 협력적으로 활동이 이루어지도록 학습 환경을 마련하라는 것이다. 학생들이 협력 활동을 잘 한다고 생각한 본 연구의 경우에도 교사들의 생각과 달리 학생들은 설계 과정에서 협력이 잘 이루어지지 않아 많은 어려움을 겪었다. 교사들이 생각하는 학생들의 협력의 수준

이 다투지 않고 교사에게 불만을 호소하지 않으며 산출물을 시간 내에 완성하는 정도를 의미하는 것은 아닌지 생각해 보고 창의적 설계 활동을 계획하는 초기 단계에서부터 적극적으로 협력을 위한 방법과 규칙을 수립하고 안내해야 한다.

둘째, 확산적 사고와 수렴적 사고 기법을 균형 있게 사용하기 위한 노력이 필요하다. 창의적 설계 활동을 설계할 때 새로움의 추구뿐만 아니라 목적에 맞는 해결안을 생성할 수 있도록 계획할 필요가 있다. ‘창의적 사고 지원의 원리’는 발산적, 수렴적 사고의 활용에 대한 것으로 발산적 사고와 수렴적 사고를 적절하게 사용하기 위한 계획을 세워야 한다. 아이디어를 생성하는 과정에서는 발산적 사고 기법을, 아이디어 분석과 해결안 선택, 모형의 제작 및 수정, 발표 및 평가의 과정에서는 수렴적 사고기법을 사용하여 비판적으로 활동 내용을 평가하도록 안내해야 한다.

셋째, 처한 설계 맥락과 상황에 따라 상세지침을 유연하게 활용할 수 있다. STEAM 교육의 창의적 설계활동을 체계적으로 설계하는 것을 목적으로 한다면 제시된 교수설계 원리와 상세지침을 모두 적용하여 수업을 계획하는 것이 효과적이다. 그러나 이를 모두 적용하여 수업을 설계하는 것이 시간과 자원의 한계 또는 개인적 가치와 학교환경으로 인해 어려움이 있다면 교사의 실제적 환경에 맞추어 상세지침을 변형하여 사용하거나 선택적으로 활용할 수 있다.

#### 4. 제언

본 연구의 과정과 결과 해석에서 나타난 제한점을 바탕으로 추후 연구를 제안하면 다음과 같다.

첫째, 다양한 형태의 교과 융합과 산출물의 유형을 고려한 창의적 설계 연구가 필요하다. 본 연구에서는 과학 교과 중심의 공학적 설계 활동을 적용한 제품 산출에 초점을 맞추어 STEAM 교육과 관련된 다른 교과의 융

합은 고려하지 못하였다. STEAM 교육의 특징 가운데 하나인 예술 및 인문학을 융합하기 위한 교수설계와 제품 이외의 산출물을 대상으로 하는 창의적 설계에 대한 연구가 요구된다.

둘째, 융합교육을 위한 교과 통합적 문제 개발에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 비구조화된 문제개발을 위한 선행연구와 교사의 실천적 문제 설계 방법을 조직화하여 문제 설계를 위한 원리를 개발하였다. 교과 통합을 위해서는 교과간 핵심 개념과 원리를 바탕으로 해야 하며 이는 교사가 하기 어려운 것으로 교과 전문가와 교육과정 연구자들이 해야 할 일이라는 임유나(2012)와 교사들이 교과를 융합하는 것이 부담스러운 작업이기에 STEAM 교과서를 개발해야 한다고 한 정광순(2015)의 주장은 교사의 교과 통합이 쉽지 않음을 나타낸 것이며 이에 대한 연구가 미비하여 여전히 교사의 경험과 지식에 의존하여 수업이 이루어질 수밖에 없음을 보여준다. 또 공학 설계 문제의 위계를 제시한 연구도 부족하여 창의적 설계 활동을 위한 교과 통합적 문제 설계에 대한 연구가 요구된다.

셋째, 메이커 교육과 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 연계한 교수설계 연구가 필요하다. 설계 활동에서 도구는 학생들이 구현하고자 하는 바를 효과적, 효율적으로 나타낼 수 있게 돕는다는 점에서 제작의 과정에 3D 프린터나 레이저 커터와 같은 제조기술의 활용이 설계 활동을 창의적 사고에 초점을 두고 이루어지게 도울 수 있다. 아이디어를 구상하고 모델링하여 실제로 제품을 제작할 수 있는 환경이 확대됨에 따라 이러한 기술을 활용하여 STEAM 교육의 창의적 설계 활동을 효과적으로 할 수 있는 교수설계 연구의 필요성이 있다.

마지막으로, 학생들의 설계 활동을 위한 환경을 확대할 필요가 있다. 사용성 평가에서는 학생들이 학교 도서관과 컴퓨터실을 이용했으며 외적 타당화 과정에서 이루어진 수업에서는 학생들이 스마트폰을 활용하여 관련 자료를 찾는 활동이 있었다. 제한된 시간과 공간에서 이루어진 자료의 탐색은 아이디어의 질에 영향을 미친다는 점에서 학생들이 자료를 찾고 아이디어를 떠올리며 창의적 사고를 위한 단초를 얻을 수 있도록 탐구를 위한 환경을 학교 밖으로 확대할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 강갑원(2015). 융합인재교육의 원류, 변천 및 그 정체성의 탐색. **영재와 영재교육**, 14(2), 5-29.
- 강경균, 최유현(2011). 기술교사의 기술적 문제 설계 과정. **한국기술교육학회지**, 11(3), 95-123.
- 강경희(2013). 지역 자원을 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 적용. **중등교육연구**, 61(1), 1-27.
- 강보선, 김영철, 류동일(2014). **창의설계 입문**. 광주: 전남대학교출판부.
- 강영숙, 구은정(2016). 교사의 수업 역량 강화를 위한 Flipped-STEAM 수업 모형 개발 및 적용. **한국과학예술포럼**, 25, 1-16.
- 강정찬(2015). 창의, 융합 교육을 위한 수업설계원리 개발. **교육방법연구**, 27(3), 275-305.
- 곽혜정, 류희수(2016). 융합인재교육(STEAM) 연구 동향 분석. **과학교육연구지**, 40(1), 72-89.
- 교육과학기술부(2011a). **융합인재교육(STEAM) 활성화 방안**. 융합인재교육(STEAM) 수도권 설명회 (2011.7.11.). 한국창의과학재단.
- 교육과학기술부(2011b). **융합인재교육(STEAM) 추진성과 보고(2011.12.20.)**. 한국의 다빈치 교육, 융합인재교육(STEAM) 2011년도 성과발표회 자료집. 한국창의과학재단.
- 교육과학기술부(2012). **예술중심 융합프로그램 개발연구**. 서울: 한국문화예술교육진흥원.
- 교육부(1992). **6차 초등학교(바른생활, 도덕, 슬기로운 생활, 사회, 자연) 해설서**. <http://ncic.kice.re.kr/nation.dwn.ogf.inventoryList.do#>
- 권난주, 안재홍(2012). 과학적 창의성과 예술적 감성을 위한 과학 예술 융합 방안 분석. **경인교육대학교 교육논총**, 32(1), 77-93.
- 권수미(2012). 예술중심 융합교육 프로그램 개발을 위한 제언. **음악교육연구**, 41(2), 67-100.
- 권순범, 남동수, 이태욱(2012). STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 17(2), 79-86.
- 권혁수, 박경숙(2009). 공학적 디자인: 과학, 기술, 공학, 수학교육의 촉진자. **과학교육연구지**, 33(2), 207-219.
- 김기수, 홍준희, 허창수, 문대영, 김미영, 이창훈, 김기열, 최은경, 김영민(2013). **초·중등 공학교육 강화방안 정책연구**. 한국과학창의재단.
- 김대식, 박성균, 유철증(2010). **잠자는 생각을 깨우는 창의적 공학설계**. 서울: GS인터비전.
- 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호(2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 34(1), 43-54.
- 김동하(2016). 디자인 창의성의 저해요소. **한국디자인학회**, 29(3), 77-94.
- 김문경, 최선영(2013). 초등과학에서 융합인재교육 프로젝트 학습이 학생의 창의적 문제해결력 및 학업성취도에 미치는 효과. **과학교육연구지**, 37(3), 562-572.
- 김미숙, 최상덕, 김경은(2013). 안티카페 문제해결 전략을 통해 본 초등학생의 창의적 사고 과정과 산출물 분석. **사고개발**, 9(2), 99-117.
- 김미희, 송현순(2009). 초등학생의 실과 문제해결 과정에서 나타나는 문제발견 특성. **실과교육연구**, 16(1), 23-42.
- 김민정, 조형숙, 김대욱(2014). 국내 초등학교 STEAM 교육 연구 현황 분석을 통한 유아교육에서의 방향 탐색. **유아교육연구**, 34(4), 139-161.
- 김방희, 김진수(2014). 네트워크 텍스트 분석법을 활용한 STEAM 교육의 연구 논문 분석. **초등과학교육**, 33(4), 674-682.
- 김방희, 이성희, 태진미, 김진수(2012). 초등학교 실과의 T-STEAM 프로그램 개발 및 수업적용. **창의력교육연구**, 12(3), 209-228.
- 김석희, 유현창(2014). 컴퓨터활용교육: 2년간의 추적 연구를 통한 Physical Computing 기반의 STEAM 프로그램의 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 17(2), 77-86.
- 김석희, 이철현(2016). 3년간의 피지컬 컴퓨팅 기반의 STEAM 프로그램의 효과 비교 연구. **컴퓨터교**



- 육학회논문지, 19(1), 11-18.
- 김선희(2014). **디지털 매체를 활용한 포럼연극 수업설계 모형 개발**. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 김성원(2013). 창의융합인재교육(STEAM)의 방향과 과학교육. **물리학과 첨단기술**, 7(3), 1-29.
- 김성원, 정영란, 우애자, 이현주(2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. **한국과학교육학회지**, 32(2), 388-401.
- 김성일(2012). 창의력 신장을 위한 설계 제품 제작 수업에서 예비교사들의 만족도에 대한 연구. **한국기술교육학회지**, 12(2), 139-159.
- 김수진(2013). **TIMSS 2011 수학·과학 성취도에 대한 교육 맥락 변인의 효과**. TIMSS 2011 결과에 나타난 우리나라 학생들의 학력 특성 세미나 자료. 연구자료 ORM 2013-17. 한국교육과 정평가원.
- 김영민, 김현정, 허혜연, 이창훈, 김기수(2015). 초·중등교육에서의 공학교육 프로그램 개발-중학교 건설공학분야를 중심으로. **한국기술교육학회지**, 13(2), 21-40.
- 김영민, 이영주, 김기수(2016). 융합인재교육(STEAM) 심화과정 연수에 대한 초·중등교사의 인식 및 교육요구도 분석. **실과교육연구**, 22(2), 51-70.
- 김영채, 전현선, 박권생(2002). 창의적 문제해결력 향상을 위한 수업 프로그램의 개발과 실험분석. **교육학연구**.
- 김영채(2014). **CPS 창의 프로그램과 창의적 문제해결**. 서울: 유원북스
- 김왕동(2012). 창의적 융합인재에 관한 개념 틀 정리: 과학기술과 예술 융합 관점. **영재와 영재교육**, 11(1), 97-119.
- 김용세(2009). **창의적 설계 입문**. 파주: 생능.
- 김정호(2015). 융합교육 수업 사례 분석을 통한 핵심성과 융통성의 원리 탐색. **조형교육**, 56, 91-110.
- 김정호, 안도 쿄우이치로(2013). 과학과 예술의 융합에 기초한 STEAM 교육의 가능성과 과제. **미술교육논총**, 27(1), 123-152.
- 김지숙(2013). STEAM 관련 통합교육 프로그램의 내용 분석: 초등실과를 중심으로. **실과교육연구**, 19(2), 71-88.
- 김진섭(2010). 초등학교 학생의 창의적 문제해결 과정과 교사의 지도에 따른 변화. **실과교육연구**, 16(1), 1-22.
- 김진수(2011a). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. **한국기술교육학회지**, 11(2), 124-139.
- 김진수(2011b). STEAM 통합 교육의 수업 자료 제작을 위한 PDIE 모형 개발. **2011년도 대한공업교육학회 하계학술대회 발표논문자료**, 386-392.
- 김진수(2012). **STEAM 교육론**. 서울: 양서원.
- 김태형(2015). 홀리즘에 근거한 STEAM 교육과정 재검토. **홀리스틱교육연구**, 19(4), 61-83.
- 김태훈(2005). 공과대학생의 기술적 문제해결 전략과 자아조절 관련 변인과의 상관 연구. **공학교육연구**, 8(2), 64-83.
- 김태훈, 양영훈, 김종훈(2013). Kodu를 이용한 프로그래밍 중심 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. **수산해양교육연구**, 25(5), 1020-1030.
- 김해경(2013). 미술과 주도 융합인재교육 교수-학습 계획안 개발 연구. **미술교육연구논총**, 35, 267-292.
- 김혜영(2013). 융합교육의 체계화를 위한 융합교육의 방향과 기초융합교과 설계에 대한 제언. **교양교육연구**, 7(2), 11-38.
- 김홍정, 홍옥수, 조향숙, 임성민(2013). 융합인재교육(STEAM)실시에 따른 과학에 대한 흥미와 자기주도적 학습능력의 변화 분석. **학습자중심교과교육연구**, 13(3), 269-289.
- 김희필(2016). An Exploratory Study on the Problems and Solutions of STEAM Education in Technology Education to Enhance STEAM Education. **한국정보기술학회논문지**, 14(1), 211-218.

- 나일주, 성은모, 박소영(2010). 초등학생의 시각화 경향성이 문제해결력 및 문제해결과정에 미치는 효과. **초등교육연구**, 23(4), 509-534.
- 노상우, 안동순(2012). 학문융합 관점에서 본 현대교육의 이론적, 실천적 변화 모색. **교육종합연구**, 10(1), 67-88.
- 노태희, 한지원, 강석진(2014). 초등학교 과학 수업에서 협동학습의 실태와 교사들의 인식. **대한화학회지**, 58(6), 630-637.
- 류청산(2015). A comparative study on Korean STEAM with United States STEM. **비교교육연구**, 25(5), 65-84.
- 명승수. (1991). **현대 디자인학의 지평**. 서울: 디자인 하우스.
- 목광수, 손정우, 배성문, 홍석영, 김용진(2014). **코딩 교수법으로 진행되는 융·복합적 사고와의 만남**. 서울: 북스힐.
- 문대영(2008). STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발. **공학교육연구**, 11(2), 90-101.
- 문대영(2009). 초등학생의 공학에 대한 태도 및 공학 문제 해결에 대한 사례 연구: STEM 통합 접근 교육 프로그램 적용을 통해. **한국실과교육학회지**, 22(4), 51-66.
- 문대영(2016). 융합인재교육(STEAM) 확산 요인 도출: Rogers의 '혁신의 확산' 이론을 중심으로. **한국 실과교육학회지**, 29(1), 133-150.
- 박기용(2007a). **설계의 본질에 기초한 교수설계 모형의 분석 및 활성화 방안**. 미간행 박사학위논문, 경북대학교 대학원.
- 박기용(2007b). 교수설계 모형과 실천 간의 차이와 원인 분석. **교육공학연구**, 23(4), 1-30.
- 박기용, 최규린(2008). 교수설계에 대한 전문가들의 인식과 실천. **중등교육연구**, 56(1), 75-104.
- 박범익, 박양숙(2013). **STEAM 교육과 스마트 러닝: 융합인재교육의 이론과 실제**. 서울: (주) PMD아카데미.
- 박상우, 정원우, 박영관(2016). 과학사와 융합인재교육의 적용 실태와 과학사를 활용한 설계 기반의 융합인재교육 수업에 대한 초등교사들의 인식. **과학교육연구지**, 40(2), 166-188.
- 박소화(2012). **스토리텔링 기반 교수설계 원리 및 모형 탐색**. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 박영석, 구하라, 문종은, 안성호, 유병규, 이경운, 이삼형, 이선경, 주미경, 차윤경, 함승환, 황세영(2013). STEAM 교사 연구회 개발 자료 분석: 융복합교육적 접근. **교육과정연구**, 31(1), 159-186.
- 박인영, 송승민, 김미옥, 이순희(2017). 유아교사의 창의성에 대한 의미 해석과 접근에 대한 탐색-H시 창의지성형 국공립 어린이집 교사를 중심으로. **창의력교육연구**, 17(1), 85-110.
- 박주용(2016). **창의적 사고 중심의 ICT·디자인융합 개방형 제작공간 프레임워크 연구**. 미간행 박사학위논문, 서울과학기술대학교.
- 박지아, 최준섭(2015). 설계 능력 향상을 위한 시각화 중심 설계 모형 개발. **한국기술교육학회지**, 15(3), 161-180.
- 박창균(2010). 수학과 학문융합. **한국수학사학회지**, 23(1), 67-78.
- 박태정 (2015). **이러닝 환경에서의 감성적 어포던스 설계원리 개발**. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백윤수(2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. **학습자중심교과교육연구**, 12(4), 533-557.
- 박현주, 백윤수, 심재호, 손연아, 한혜숙, 변수용, 서영진, 김은진(2014). **STEAM 프로그램 효과성 제고 및 현장 활용도 향상 기본연구**. 한국과학창의재단 발간자료, 2014.
- 변현정(2011). **절차적 과제 학습을 위한 비주얼 내러티브 설계원리 개발**. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 배선아(2011). 중학교 전기전자기술 영역의 활동 중심 STEM 교육프로그램 개발 및 적용. **대한공업교육학회지**, 36(1), 1-22.

- 배진호, 윤봉희, 김진수(2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학수업이 과학 학습 동기과 학습 성취도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 32(4), 557-566.
- 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현(2012). **융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구**. 한국과학창의재단 2012-12 보고서.
- 백종호, 정대홍, 조영환(2016). 과학탐구와 디자인 융합교육 프로그램 개발: 부력의 원리와 수영복 만들기. **현장과학교육**, 10(2), 182-194.
- 변문경, 조문흠(2016). 무한상상실 이용자의 경험분석과 과학교육을 위한 제언. **한국과학교육학회지**, 36(2), 337-346.
- 샌더스 마크, 권혁수, 박경숙, 이효녕(2011). 통합적 STEM 교육: 최근 동향 및 쟁점. **중등교육연구**, 59(3), 729-762.
- 서예원(2007). 실제적, 맥락적 문제중심학습을 위한 초등교사의 역할: 4학년 과학과 '에너지'단원의 교수전략 및 학습자료 활용을 중심으로. **초등교육연구**, 20(2), 75-111.
- 성은모, 오현석, 김운영(2013). 대학교육에서 산업형 융합인재 육성을 위한 융합프로젝트 교수학습모형 탐구. **교육방법연구**, 25(3), 543-580.
- 성의석, 나승일(2012). 통합적 STEM 교육이 일반고등학교 학생의 과학 및 기술교과 자기효능감과 공학 태도에 미치는 효과. **한국기술교육학회지**, 12(1), 255-274.
- 송현순(2001). 초등학생의 실과 문제해결 전략에 대한 미시발생학적 분석. **실과교육연구**, 7(1), 129-146.
- 송현순, 정성봉(2000). 초등학생의 기술적 문제 해결 과정에 대한 사례 연구. **한국실과교육연구학회지**, 6(2), 75-88.
- 신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. **초등과학교육**, 30(4), 514-523.
- 신인선, 김시명(2006). 시리즈 E: 개방형 문제 해결과정에서 수학 영재아와 수학 우수아의 행동특성 분석. **E-수학교육 논문집**, 20(1), 33-59.
- 신행자, 손준익, 임영도, 김종욱(2009). 공학설계 교과목에서 문제 중심 교수-학습과 프로젝트 중심 교수-학습 전략 비교 분석. **한국공학교육학회지**, 12(4), 142-149.
- 심재호, 이양락, 김현경(2015). STEM, STEAM 교육과 우리나라 융합인재교육의 이해와 해결 과제. **한국과학교육학회지**, 35(4), 709-723.
- 안재홍, 권난주(2013). 융합인재교육(STEAM)에서 기술 및 공학 분야에 대한 교수학습 프로그램 분석. **한국과학교육학회지**, 33(4), 708-717.
- 연은경(2013). 사례기반학습을 위한 사례 설계 원리 개발연구. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 오지향, 정재은, 강선영, 하명진(2014). 융합인재교육(STEAM)의 중등 음악수업 적용 및 사례연구. **학습자중심교과교육연구**, 14(1), 69-97.
- 오찬숙(2015). 중등학교에서 융합교육 실행의 쟁점과 과제. **교육학연구**, 53(3), 229-264.
- 옥미례, 조영환, 허선영(2016). 초등 디자인 교육에서 동료평가를 위한 학습자 지원전략 개발 및 적용. **교육과학연구**, 47(2), 23-52.
- 유규선, 전오성(2011). 고교생을 대상으로 한 STEM 교육의 적용 사례 연구. **공학교육연구**, 14(6), 48-50.
- 유영만(2015). 학문융합과 교육공학의 학문적 발전: 교육공학을 위하여 교육공학을 넘어서기. **교육공학연구**, 31(3), 655-686.
- 유재영, 최준섭(2012). 영재반 중학생의 설계과정 기반 창의적 문제해결 질적 사례 연구. **교사교육연구**, 51(3), 520-534.
- 윤옥한(2017). STEAM 교육을 위한 교수체제설계 모형 탐색. **교양교육연구**, 11(1), 443-474
- 이광원(2016). 교과 연계를 통한 통합형 STEAM 수업 구성-사회과 모의 선거 활동을 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 16(6), 113-137.

- 이경진, 김경자(2012). 통합교육과정 접근으로서의 융합인재교육(STEAM)의 의미와 실천 가능성 탐색. **초등교육연구**, 25(3), 55-81.
- 이경진, 김경자(2013). 통합교육과정 접근방법에 근거한 융합인재교육 수업계획안 분석. **한국교육학연구**, 19(2), 281-306.
- 이동원, 최유현, 박수진, 정정숙(2013). 주제기반 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 융합인재소양에 미치는 효과. **한국실과교육학회지**, 26(1), 195-212.
- 이동희, 김진옥, 김진수(2015). STEAM 교육의 창의적 설계 단계에 대한 절차 모형의 개발 및 적용. **한국기술교육학회지**, 15(1), 150-170.
- 이명숙, 김미숙, 문은식(2013). STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과. **영재와 영재교육**, 12(3), 75-94.
- 이상봉, 배선아(2007). 기술교육에서 창의적인 문제해결능력의 함양을 위한 수업설계. **실과교육연구**, 13(4), 77-98.
- 이상봉, 강희옥(2011). 기술교육에서 창의적인 문제해결 능력을 기르기 위한 문제기반 학습 설계와 과제 개발. **실과교육연구**, 17(4), 107-128.
- 이성종, 황은희, 남기은, 최철원(2009). 대학 교육과정의 혁신적 개편을 통한 융합과학자 육성 방안. **한국기술혁신학회 학술대회 발표논문집**, 5, 265-277.
- 이소이(2012). STEM 교육을 위한 기술 수업 설계 모형의 현장 적용 사례 연구. **한국기술교육학회지**, 12(1), 130-147.
- 이소이, 노태천(2011). STEM 교육을 위한 기술 수업 설계 모형. **한국기술교육학회지**, 11(3), 1-20.
- 이승철, 전용주, 김태영(2017). 메이커 운동의 해외사례분석을 통한 국내 메이커 교육 도입 방향 제안. **한국컴퓨터교육 학회학술발표대회논문집**, 21(1), 41-43.
- 이시예, 이형철(2013). 융합 인재 교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 32(1), 60-70.
- 이에스더(2013). 창의적 융합인재교육(STEAM)을 위한 예술교육의 의미와 당위성에 대한 논의. **문화예술교육연구**, 8(3), 125-144.
- 이영태(2013). 집단지성 기반의 학습 환경 설계원리 및 모형 개발. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 이영태, 남창우(2015). 고등학교 창의·융합 수업을 위한 교수·학습모형 개발. **교육공학연구**, 31(3), 533-569.
- 이정민, 신영준(2014). 융합인재교육(STEAM) 수업에서 초등교사들이 겪는 어려움 분석. **초등과학교육**, 33(3), 588-596.
- 이춘식(2012). 미국 STEM 교육의 최신 동향과 딜레마. **한국실과교육학회지**, 25(4), 101-122.
- 임수민, 김영신, 이태상(2014). 융합인재교육(STEAM)의 현장적용에 대한 초등 교사들의 인식조사. **과학교육연구지**, 38(1), 133-143.
- 임유나(2012). 통합 교육과정에 근거한 융합인재교육(STEAM)의 문제점과 개선 방향. **초등교육연구**, 25(4), 53-80.
- 임철일(2012). **교수설계 이론과 모형**. 경기도: 교육과학사.
- 임철일, 김성옥, 최소영, 김선희(2013). 문화다양성 교육을 위한 지속적 성찰 중심 교수설계 모형 개발 연구. **교육공학연구**, 29(4), 751-782.
- 임철일, 최소영, 홍미영(2010). 초등학교 초임교사를 위한 교수체제설계 모형의 개발 연구. **교육공학연구**, 26(4), 121-147.
- 장영록(2015). **STEAM 융합인재교육의 이해**. 2015 STEAM 교육의 개념 및 정책 사업 소개 자료. 서울: 한국과학창의재단.
- 장용철(2010). **PBL기반 창의설계입문**. 경기도: 동화기술.
- 장윤금(2017). 공공도서관 메이커스페이스 구성 및 프로그램 분석 연구. **한국문헌정보학회지**, 51(1), 289-306.

- 장인희(2012). 한국의 초등학교 교사가 생각하는 창의성 개념에 관한 연구: 창의성 개념을 구성하는 요인구조의 탐색. **영재와 영재교육**, 11(2), 103-128.
- 전경원(1997). 브레인스토밍에 관한 문헌 고찰. **창의력교육연구**, 1(1), 29-64.
- 정광순(2015). 초등학교 STEAM 수업 활성화 방안 논의. **학습자중심교과교육연구**, 15(2), 99-119.
- 정정호. (2013). **디자인융합인재의 창의성에 대한 다중지능 및 사고양식 유형연구**. 미간행 박사학위논문, 홍익대학교 대학원.
- 정진영, 강충열(2011). 초등학교 교육과정의 간학문적 통합을 통한 창의·인성교육 프로그램 설계 모형 탐색. **학습자중심교과교육연구**, 11(4), 373-391.
- 정진현(2009). 실과교육에서 구상스케치 방법과 시각적 사고에 관한 탐색. **한국실과교육학회지**, 22(4), 25-49.
- 정진현(2016). 초등학교 교사의 공학기술-디자인 융합교육에 대한 교육요구도 분석. **한국실과교육학회지**, 29(1), 151-178.
- 조대희(2001). 설계과제의 난이도 조절에 관한 연구. **대한건축학회 논문집: 계획계**, 17(12), 37-44.
- 조대희(2002). 설계과제의 설계. **건축**, 46(4), 40-44.
- 조석희, 장영숙, 정태희, 임희준(2001). **간편 창의적 문제해결력 검사 개발연구 1**. 한국교육개발원 수탁연구 CR 2001-33.
- 조연순, 이해주, 백은주, 임현화(2003). 문제중심학습(PBL)을 위한 문제개발 절차 연구: 초등과학 교과를 중심으로. **교육과정연구**, 21(3), 215-242.
- 조향숙, 김훈, 허준영(2012). **현장 적용 사례를 통한 융합인재교육(STEAM)의 이해**. 한국교육개발원, 현안보고 OR 2012-02-02.
- 주은정, 홍준의(2014). 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발과정에서 의도한 융합요소와 학습자가 인지한 융합요소 간의 일치도 및 만족도와의 상관관계 분석. **학습자중심교과교육연구**, 14(2), 301-321.
- 최상덕, 김진영, 반상진, 이강주, 이수정, 최현영(2011). **21세기 창의적 인재 양성을 위한 교육의 미래 전략 연구**. 한국교육개발원 연구보고 RR 2011-01.
- 최숙영, 이재원, 노태희(2015). 중등 예비과학교사의 STEAM 수업 시연에 대한 사례 연구. **한국과학교육학회지**, 35(4), 665-676.
- 최유현(1998). 대안적 열린 교육을 위한 문제해결 수업전략의 탐색. **열린교육학회지**, 6(1), 49-68.
- 최유현(2003). 기술적 문제해결 과정에 나타난 사고 활동의 분석과 그 개발 전략. **인천교육대학교 과학교육논총**, 15, 281-318.
- 최유현(2004). 기술과 교육의 학습 과정으로서의 설계과정과 문제해결의 비교연구. **한국실과교육학회지**, 17(2), 173-190.
- 최재천(2010). **Design Nature 자연과 통섭하라**. Design Talk, 7-12.
- 충청남도교육청(2013). **융합적사고력 및 문제해결력 신장을 위한 2013 융합인재교육(STEAM) 활성화 계획**.
- 태진미(2016). 초등학생을 위한 소프트웨어 교구 활용 STEAM 교육 프로그램 개발. **영재와 영재교육**, 15(2), 121-147.
- 태진미, 박양숙(2013). 스토리텔링 교육연구 기반 STEAM 교육이 초등학생들의 과학적 태도에 미치는 효과. **창의력교육연구**, 13(1), 31-53.
- 한국과학창의재단(2012). **손에 잡히는 STEAM 교육: 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가**.
- 한혜숙(2013). STEAM 교수-학습 프로그램의 개발 동향 분석 및 수학교과 중심의 STEAM 교수-학습 프로그램의 개발. **수학교육논문집**, 27(4), 523-545.
- 한혜숙, 이화정(2012). STEAM 교육을 실행한 교사들의 STEAM 교육에 관한 인식 및 요구 조사. **학습자중심교과교육연구**, 12(3), 573-603.
- 허혜연, 김진연, 김영민, 김상민, 김영숙, 김기수(2015). 무인선박을 주제로 한 공학설계기반 STEAM 프로그램 개발. **실과교육연구**, 21(4), 283-298.

- 홍기칠(2012). AbPS 창의력 프로그램을 적용한 수업이 초등학생의 창의적 문제해결력과 창의적 성향에 미치는 효과. *사고개발*, 8(1), 51-76.
- 홍미영(2012). *창의적 문제해결을 위한 이러닝 지원시스템 설계원리 개발연구*. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 홍성욱, 박상욱, 박형욱, 변학문, 임종태, 장대익(2012). *융합이란 무엇인가: 융합의 과거에서 미래를 성찰하다*. 서울: 사이언스 북스.
- Akin, O. (1979). An exploration of the design process. *Design Methods and Theories*, 13(3/4), 115-119.
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer Verlag.
- Atkinson, S. (2000). Does the need for high levels of performance curtail the development of creativity in design and technology project work? *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 255-281.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of engineering education*, 96(4), 359.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing Engineering Design into High School Science Classrooms: The Heating,Cooling Unit. *Journal Of Science Education And Technology*, 17(5), 454-465.
- Bamberger, Y. M., & Cahill, C. S. (2013). Teaching Design in Middle-School: Instructors' Concerns and Scaffolding Strategies. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 171-185.
- Barlex, D. (2007). Creativity in school design and technology in England: A discussion of influences. *International Journal of Technology and Design Education*, 17(2), 149-162.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23-37.
- Benami, O., & Jin, Y. (2002). *Creative stimulation in conceptual design*. In ASME 2002 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (pp. 251-263). American Society of Mechanical Engineers.
- Besemer, S. P. (1998). Creative product analysis matrix: Testing the model structure and a comparison among products-Three novel chairs. *Creativity Research Journal*, 11(4), 333-346.
- Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for ART and DESIGN education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40-47.
- Blikstein, P. (2013). *Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention*. In Walter-Herrmann, J., & Buching, C. (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*, 4, 1-21.
- Boden, M. A. (1994). What is creativity. *Dimensions of creativity*, 75-117.
- Bonny, A. (2008). *Everything you need to know about design*. 박찬규 역(2008). 디자인에 대해 알고 싶은 모든 것들. 서울: 다빈치.
- Brinkerhoff, R. O. (2005). The success case method: A strategic evaluation approach to increasing the value and effect of training. *Advances in Developing Human Resources*, 7(1), 86-101.

- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review*, 86(6), 84-92.
- Brown, T. (2009). *Change by design*. HarperCollins. 고성연 역(2015). 기획에서 마케팅까지 디자인에 집중하라. 서울: 김영사.
- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *Design issues*, 8(2), 5-21.
- Bullock, S. M., & Sator, A. J. (2015). Maker pedagogy and science teacher education. *Journal of the Canadian Association for Curriculum Studies*, 13(1), 60-87
- Burghardt, M. D., & Hacker, M. (2004). Informed design: A contemporary approach to design pedagogy as the core process in technology. *Technology teacher*, 64(1), 6-8.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(1), 301-309.
- Carr, R. L., & Strobel, J. (2011). *Integrating Engineering Design Challenges into Secondary STEM Education*. National Center for Engineering and Technology Education.
- Casakin, H., & Kreidler, S. (2010). Motivation for creativity in architectural design and engineering design students: implications for design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(4), 477-493.
- Chi, M. T., Glaser, R., & Farr, M. J. (2014). *The nature of expertise*. Psychology Press.
- Childress, V. W. (1996). Does integrating technology, science, and mathematics improve technological problem solving? A quasi-experiment. *Journal of Technology Education*, 8(1), 16-26.
- Christiaans, H. H. C. M. (1992). *Creativity in design: the role of domain knowledge in designing*. TU Delft, Delft University of Technology.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Cropley, D., & Cropley, A. (2005). Engineering creativity: A systems concept of functional creativity. *Creativity across domains: Faces of the muse*. 169-185. Lawrence Erlbaum Associates: NJ.
- Cropley, D., & Cropley, A. (2008). Elements of a universal aesthetic of creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(3), 155-161.
- Cropley, D., & Cropley, A. (2010). Recognizing and fostering creativity in technological design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(3), 345-358.
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221-227.
- Cross, N. (1984). *Developments in design methodology*. New York: Wiley.
- Cross, N. (2000). *Engineering design method: Strategies for product design*(3rd ed.). Chichester: Wiley.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. London: Springer-Verlag.
- Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg. 박성은 역(2013). 디자인이라는 어떻게 생각하는가. 경기도: (주) 안그라픽스.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). 16 implications of a systems perspective for the study of creativity. In *Handbook of creativity* (pp. 313-335). Cambridge University Press.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-17.

- Cunningham, C. M., & Hester, K. (2007). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. *In American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Honolulu, HI.
- Cunningham, D., & Duffy, T. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. *Handbook of research for educational communications and technology*, 170-198.
- Dahl, D. W., & Moreau, C. P. (2005). *Constraints and creative enjoyment*. Unpublished manuscript.
- Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an "A" in STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(2), 10-15.
- Davis, L. L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied Nursing Research*, 5(4), 194-197.
- DeCoito, I. (2016). STEM education in Canada: A knowledge synthesis. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 18(2), 114-128.
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Denson, C. D. (2011). *Building a Framework for Engineering Design Experiences in STEM: A Synthesis*. NCETE.
- DiFrancesca, D., Lee, C., & McIntyre, E. (2014). Where Is the "E" in STEM for Young Children? Engineering Design Education in an Elementary Teacher Preparation Program. *Issues in Teacher Education*, 23(1), 49.
- Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(1), 55-65.
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: Co-evolution of problem-solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.
- Dorst, K. (2003). The problem of design problems. *Expertise in design*, 135-147.
- Dorst, K. (2011). The core of 'design thinking' and its application. *Design studies*, 32(6), 521-532.
- Drake, S. M. (1993). *Planning integrated curriculum*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dym, C. L., & Little, P. (2004). *Engineering design: A project-based introduction*. New York: Wiley.
- Eisenkraft, A. (2011). *Engineering design challenges in a science curriculum*. Retrieved from
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-konsultit.
- Fink, A. (2013). *Conducting research literature reviews: from the Internet to paper*. Sage Publications.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.
- Gero, J. S. (1990). Design prototypes: a knowledge representation schema for design. *AI magazine*, 11(4), 26-36.



- Gero, J. S. (2004). The situated function-behaviour-structure framework. *Design Studies*, 25(4), 373-391.
- Gero, J. S., & Maher, M. L. (2013). *Modeling creativity and knowledge-based creative design*. Psychology Press.
- Ghanbari, S. (2015). Learning across disciplines: A collective case study of two university programs that integrate the arts with STEM. *International Journal of Education & the Arts*, 16(7), 1-22.
- Goel, V., & Pirolli, P. (1989). Motivating the notion of generic design within information-processing theory: The design problem space. *AI Magazine*, 10, 19-36.
- Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The structure of design problem spaces. *Cognitive science*, 16(3), 395-429.
- Gregory, S. A. (2013). *The design method*. Springer.
- Grossman, P., Wineburg, S., & Beers, S. (2000). Introduction: When theory meets practice in the world of school. In S. Wineburg & P. Grossman. (Eds.). *Interdisciplinary curriculum: Challenges to implementation*(p.1-16). New York: Teachers College Press.
- Gustafson, K. L., & Branch, R. M. (2002). *Survey of instructional development models* (4th ed.). Syracuse, NY: ERIC.
- Hart, C. (2001). *Doing a literature search: A guide for the social sciences*. London, UK: Sage Publications, Inc.
- Hegedus, T. (2014). *Engineering education for youth: diverse elementary school students' experiences with engineering design*. Available from ProQuest Dissertations & Theses A&I. (1652500616).
- Henderson, C., & Dancy, M. H. (2011). *Increasing the impact and diffusion of STEM education innovations*. In Invited paper for the National Academy of Engineering, Center for the Advancement of Engineering Education Forum, Impact and Diffusion of Transformative Engineering Education Innovations, available at: <http://www.nae.edu/File.aspx>.
- Householder, D. L., & Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. Report of National Center for Engineering and Technology Education.
- Howard, T. J., Culley, S. J., & Dekoninck, E. (2006). Information as an input into the creative process. In DS 36: *Proceedings DESIGN 2006, the 9th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*.
- Howard, T. J., Culley, S. J., & Dekoninck, E. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design studies*, 29(2), 160-180.
- Howard-Jones, P. A. (2002). A dual-state model of creative cognition for supporting strategies that foster creativity in the classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 12(3), 215-226.
- Huang, T. Y. (2005). *Fostering creativity: A meta-analytic inquiry into the variability of effects*. Unpublished doctoral dissertation, A&M University, College Station, TX. Retrieved on January 15, 2008, from <http://handle.tamu.edu/1969.1/2338>.
- Ingram, J. B. (1979). *Curriculum integration and lifelong education*. NY: Pergamon Press Inc.

- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management*, 22(2), 121-146.
- Johnsey, R. (1995). The design process: Does it exist?. *International Journal of Technology and Design Education*, 5, 199-217.
- Jonassen, D. H. (2004). *Learning to solve problems: An instructional design guide* (Vol. 6). John Wiley & Sons. 조규락, 박은실(2009). 문제해결 학습 교수설계 가이드. 서울: 학지사.
- Jones, J. C. (1992). *Design methods*(2nd ed.). NY: John Willey & Sons.
- Kapur, M. (2008). Productive failure. *Cognition and instruction*, 26(3), 379-424.
- Kelley, T. R., Brenner, D. C., & Pieper, J. T. (2010). Two approaches to engineering design\_Observations in sTEm education. *Journal of sTEm Teacher Education*, 47(2), 5-40.
- Kimbell, L. (2011). Rethinking design thinking: Part I. *Design and Culture*, 3(3), 285-306.
- Kolodner, J. L., & Wills, L. M. (1993). Case-based creative design. *AISB QUARTERLY*, 85, 1-8.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting Learning by Design(tm) into practice. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Konsorski-Lang, S., & Hampe, M. (2010). *The design of material, organism, and minds: Different understandings of design*. Springer Science & Business Media.
- Kvale, S. (2008). *Doing interviews*. Sage.
- Lammi, M., & Greenhalgh, S. (2011). Having Fun with a 3-D Projectile. *Technology And Engineering Teacher*, 71(2), 11-16.
- Lasky, D., & Yoon, S. A. (2011). Making space for the act of making\_Cretivity in the engineering design classroom. *Science Educator*, 20(1), 34-43.
- Lawson, B. (1979). Cognitive strategies in architectural design. *Ergonomics*, 22(1), 59-68.
- Lawson, B. (2006). *How designers think: The design process demystified*. Routledge.
- Laxton, M. (1969). *Design education in practice*. In Attitudes in Design Education. London, Lund Humphries.
- Leont'ev, A. N. (1978). *Activity, Consciousness, and Personality*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Lewis, T. (2006). Creativity: A framework for the design/problem solving discourse in technology education. *Journal of technology education*, 17(1), 36-52.
- Maher, M. L., Poon, J., & Boulanger, S. (1996). Formalising design exploration as co-evolution. In *Advances in formal design methods for CAD* (pp. 3-30). Springer US.
- Martin, L., & Dixon, C. (2013). Youth conceptions of making and the Maker Movement. In Interaction Design and Children Conference, New York.
- Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal Of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 30-39.
- Margolin, V. (1989). *Design discourse: history, theory, criticism*. University of Chicago Press.
- McKnight, S. (2012). Introducing technology education at the elementary level. *Tech Directions*, 72(3), 27-29.

- Mentzer, N. (2011). *Engineering Design Thinking and Information Gathering*. Final Report. Research in Engineering and Technology Education.
- Merrill, C. (2001). Integrated Technology, Mathematics, and Science Education: A Quasi-Experiment. *Journal of Industrial Teacher Education*, 38(3), 45-61.
- Merrill, M. D. (2007). The future of instructional design: the proper study of instructional design. In R. A. Reiser & J. V. Dempsey (Eds.), *Trends and Issues in Instructional Design and Technology* (Second ed.) (336-341). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- Michael, K. Y. (2001). The effect of a computer simulation activity versus a hands-on activity on product creativity in technology education. *Journal of Technology Education*, 13(1), 31-43.
- Middleton, H. (2005). Creative thinking, values and design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 15(1), 61-71.
- Mioduser, D. & Kipperman, D. (2002). Evaluation/modification cycles in junior high students' technological problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 12(2), 123-138.
- Milgram, R. M. (1989). *Teaching gifted and talented children learners in regular classroom*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Moreau, C. P., & Dahl, D. W. (2005). Designing the solution: The impact of constraints on consumers' creativity. *Journal of Consumer Research*, 32(1), 13-22.
- Moreau, C. P., & Dahl, D. W. (2009). *Constraints and Consumer Creativity*. In *Tools for innovation: The science behind the practical methods that drive new ideas*. Oxford University Press. 김경일, 김태훈, 이윤형, 이창환 역(2013). 혁신의 도구 (202-243). 서울: 학지사.
- Murphy, E., & Rodriguez-Manzanares, M. A. (2008). Using activity theory and its principle of contradictions to guide research in educational technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(4), 442-457.
- Nagai, Y., & Noguchi, H. (2003). An experimental study on the design thinking process started from difficult keywords: modeling the thinking process of creative design. *Journal of Engineering Design*, 14(4), 429-437.
- National Research Council (2010). *Conceptual framework for new science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nelson, H. G. (1994). The Necessity of Being "Un-Disciplined" and "Out of Control": Design Action and Systems Thinking. *Performance Improvement Quarterly*, 7(3), 22-29.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination*. New York: Scribner.
- Oxman, R. (2001). The mind in design: A conceptual framework for cognition in design education. In C. Eastman., W. Newstetter. & M. McCracken (Eds.), *Design knowing and learning: Cognition in design education*, 269-295. Amsterdam: Elsevier Science.
- Pahl, G., & Beitz, W. (1996). *Engineering design: A systematic approach* (2nd ed.). London: Springer.
- Penner, D. E., Lehrer, R., & Schauble, L. (1998). From physical models to biomechanics: A

- design-based modeling approach. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 429-449.
- Pierce, C. S. (1923). *Chance, love and logic*. London: Kagan Paul.
- Platz, J. (2007). How do you turn STEM into STEAM? Add the arts. *Ohio Alliance for Arts Education*. Retrieved June, 6, 2015.
- Portsmore, M. D., & Rogers, C. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM education: Innovation and Research*, 5(3/4), 17-28.
- Purcell, T., Gero, J., Edwards, H., & McNeill, T. (1996). *The data in design protocols: The issue of data coding, data analysis in the development of models of the design process*. In Cross, N., Christiaans, H., & Dorst, K. (ed.). *Analysing design activity*. Wiley.
- Rawson, P. (1987). *Creative design : A new look at design principles*. London: Macdonald Orbis.
- Radcliffe, D. F., & Lee, T. Y. (1989). Design methods used by undergraduate engineering students. *Design Studies*, 10(4), 199-207.
- Reigeluth, C. M. (1983). *Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 박성익, 임정훈 역(1993). 최근의 연구동향에 따른 교수설계의 이론과 모형. 서울: 교육과학사.
- Resnick, M. (1998). Technologies for lifelong kindergarten. *Educational technology research and development*, 46(4), 43-55.
- Richey, R. C. (2005). Validating instruction design and development models. In J. M. Spector & D. A. Wiley (Eds.), *Innovations in instructional technology: Essays in honor of M. David Merrill* (pp. 171-185). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2004). Developmental research: Studies of instructional design and development. *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, 1099-130.
- Richey, R. C., Klein, J. D. (2007). *Design and development research: Methods, strategies and issues*. Mahwah: NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Tracey, M. W. (2010). *The instructional design knowledge base: Theory, research, and practice*. Routledge.
- Rittel, H. W. (1972). *On the Planning Crisis: Systems Analysis of the "First and Second Generations"* (pp. 390-396). Institute of Urban and Regional Development.
- Roberts, A. (2013). STEM is here. Now What. *Technology & Engineering Teacher*, 73(1), 22-27.
- Rodgers, P., & Yee, J. (2014). *The Routledge Companion to Design Research*. Routledge.
- Roth, W. M. (1996). Art and artifact of children's designing: A situated cognition perspective. *The Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 129-166.
- Roth, W. M., & Lee, Y. J. (2007). "Vygotsky's neglected legacy": Cultural-historical activity theory. *Review of educational research*, 77(2), 186-232.
- Rowe, P. G. (1991). *Design thinking*. MIT press.
- Rowland, G., Parra, M. L., & Basnet, K. (1994). Educating instructional designers: Different methods for different outcomes. *Educational Technology*, 34(6), 5-11.
- Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social work research*, 27(2), 94-104.

- Rutland, M., & Barlex, D. (2008). Perspectives on pupil creativity in design and technology in the lower secondary curriculum in England. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(2), 139-165. S
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEM mania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M. (2011). *An introduction to integrative STEM education*. STEAM 교육 국제교육 세미나 및 STEAM 교사연구회 오리엔테이션 자료집. 한국창의과학재단.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action* (Vol. 5126). Basic books.
- Schunn, C. (2011). *Design principles for high school engineering design challenges: Experiences from high school science classrooms*. National Center for Engineering and Technology Education. c/o Department of Engineering Education Utah State University, 4160 Old Main Hill, Logan, UT 84322. Retrieved from
- Scott, G., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004). The effectiveness of creativity training: A quantitative review. *Creativity Research Journal*, 16, 361-388.
- Sheridan, K., Halverson, E. R., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., & Owens, T. (2014). Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4), 505-531.
- Sidawi, M. (2009). Teaching science through designing technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 269-288.
- Snelbecker, G. E. (1999). Current progress, historical perspective, and some tasks for the future of instructional theory. *Instructional-Design Theories and Models*, Vol. 2, 653-674.
- Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Corwin Press.
- Sparke, P. (2009). *The genius of design*. Quadrille Publishing Limited. 이희명 역(2013). 디자인의 탄생. 서울: 안그라픽스
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34.
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction* (Order No. 1537547). Available from ProQuest Dissertations & Theses A&I. (1364887346). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1364887346?accountid=6802>
- Thomas, J. C., & Carroll, J. M. (1979). The psychological study of design. *Design studies*, 1(1), 5-11.
- Thomasian, J. (2011). *Building a Science, Technology, Engineering, and Math Education Agenda: An Update of State Actions*. Washington, D. C.: National Governors Association (NGA), Center for Best Practices.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Stead-Dorval, K. B. (2006). *Creative problem solving: An introduction*(4th ed.). Prufrock Press Inc.
- Venville, G. J., Wallace, J., Rennie, L. J., & Malone, J. A. (2002). Curriculum integration: Eroding the high ground of science as a school subject? *Studies in Science*

- Education*, 37, 43-84.
- Venville, G. J., Rennie, L. J., & Wallace, J. (2004). Decision making and sources of knowledge: How students tackle integrated tasks in science, technology and mathematics. *Research in Science Education*, 34(2), 115-135.
- Vosburg, S. K. (1998). Mood and the quantity and quality of ideas. *Creativity Research Journal*, 11(4), 315-324.
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*, 1-55.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walker, J. A. (1989). *Design history and the history of design*. Pluto Press UK.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York: Harcourt, Brace and company.
- Waloszek, G. (2012). *SAP Design Guild: Introduction to design thinking*, SAP AG, SAP User Experience.
- Warr, A. M. (2007). *Understanding and supporting creativity in design*. Bath, U. K.: University of Bath. Unpublished doctoral dissertation.
- Weiss, R. E. (2003). Designing Problems to Promote Higher-Order Thinking. *New directions for teaching and learning*, 2003(95), 25-31.
- Welch, M. (1996). The problem solving strategies of young designers. American Educational Research Association (New York, NY, April)
- Welch, M., & Lim, H. S. (2000). The strategic thinking of novice designers: Discontinuity between theory and practice. *The Journal of Technology Studies*, 26(2), 34-44
- Wells, J. (2015). *PIRPOSAL model: Design to understand(D2U)*. Presentation at the Integrative STEM Education professional development for elementary education, STEM Education Collaboratory, Blacksburg, VA, October 23.
- Wells, J. (2016). PIRPOSAL model of Integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation. *Technology & Engineering Teacher*, 75(6), 12-19.
- Wendell, K. B., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.
- Williams, J. P. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.
- Wong, Y. L., & Siu, K. W. M. (2012). A model of creative design process for fostering creativity of students in design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(4), 437-450.
- Wynn, T., & Harris, J. (2012). Toward a STEM+ arts curriculum: Creating the teacher team. *Art Education*, 65(5), 42-47.
- Yager, R. E., & Tamir, P. (1993). STS approach: Reasons, intentions, accomplishments, and outcomes. *Science Education*, 77(6), 637-658.
- Yakman, G. G. (2011). *Introducing teaching STEM as a practical educational framework for Korea*. STEAM 교육 국제세미나, 이화여대, 40-76. (2011.6.25.).
- Zimring, C., & Craig, D. L. (2001). Defining design between domains: An argument for design research à la Carte. *Design knowing and learning: Cognition in design education*, 125-146. Amsterdam: Elsevier Science.

## [부록]

- [부록 1] 내적 타당화를 위한 전문가 검토 질문지
- [부록 2] 전문가 타당도 검토 결과표-1차 교수설계 원리 및 상세지침
- [부록 3] 전문가 타당도 검토 결과표-2차 교수설계 원리 및 상세지침
- [부록 4] 전문가 타당도 검토 결과표-3차 교수설계 원리 및 상세지침
- [부록 5] 사용성 평가를 위한 교수설계 절차 안내
- [부록 6] 사용성 평가 수업 과정안
- [부록 7] 사용성 평가 교사의 교수설계 원리 적용 내용
- [부록 8] 외적 타당화 수업 과정안
- [부록 9] 외적 타당화 교사의 교수설계 원리 적용 내용
- [부록 10] 교사 반응 평가
- [부록 11] 학습자 반응 사전-사후 검사 결과

『초등 STEAM 교육에서의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계  
원리 개발 연구』에 대한 전문가 타당도 검사 의뢰서

본 질문지는 초등학교에서 STEAM 교육의 활동 중 하나인 창의적 설계 활동을 교수자가 설계할 때 효과적인 설계 활동을 학습자들이 하기 위해 고려해야 할 교수설계 원리가 타당한지에 대해 검증을 받기 위한 것입니다.

타당도 검사는 연구 목적에 적합하게 교수설계 원리가 적합한지를 검사하기 위한 것입니다.

바쁘신 가운데 시간 내주셔서 감사합니다.

최소영 드림

전문가 프로필

이름:

전공분야:

최종학력:

소속/직책:

실무 및 연구경력:

STEAM 교육과 관련된 연구경력:



[타당도 검사 문항]

1. 초등 STEAM 교육에서의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리 도출과정에 대한 타당화

영역	문항	4	3	2	1
관련 문헌탐색의 적합성	초등 STEAM 교육에서의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리를 도출하기 위해 탐색한 문헌은 적합한가?				
용어의 적절성	사용된 용어가 초등 STEAM 교육에서의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리의 내용을 적절하게 설명하고 있는가?				
선행문헌 고찰 결과 요약 및 해석의 적절성	선행 문헌은 교수설계 원리를 개발하는데 적절하게 요약되고 해석되었는가?				
조직화의 논리성	초등 STEAM 교육에서의 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리가 논리적으로 조직되었는가?				
선행문헌 고찰 결과 반영의 적합성	선행 문헌 고찰의 결과가 교수설계 원리를 도출하는데 적합하게 반영되었는가?				
개선점	교수설계 원리의 도출 과정에서 개선하거나 보완해야 할 사항은 무엇입니까?				

(4: 매우 그렇다, 3: 그렇다, 2: 그렇지 않다, 1: 전혀 그렇지 않다)

## 2. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리에 대한 타당도

영역	문항	점수			
		4	3	2	1
타당성	본 교수설계 원리는 교수설계자가 STEAM 수업의 창의적 설계 활동을 위해 고려해야 할 교수설계 원리로 타당하다.				
설명력	본 교수설계 원리는 교수설계자가 STEAM 수업의 창의적 설계 활동을 교수설계할 때 고려해야 할 사항을 잘 설명하고 있다.				
유용성	본 교수설계 원리는 초등 STEAM 교육에서의 창의적 설계 활동을 설계하는데 유용하게 활용될 수 있다.				
용어의 이해도	본 교수설계 원리에 사용된 용어는 내용을 정확하게 설명하며 명확하게 표현되었다.				
보편성	본 교수설계 원리는 STEAM 수업의 창의적 설계 활동에 보편적으로 적용될 수 있다.				
이해성	본 교수설계 원리는 이해하기 쉽게 되어 있다.				
개선점	본 교수설계 원리에서 개선하거나 보완해야 할 사항은 무엇입니까?				

(4: 매우 그렇다, 3: 그렇다, 2: 그렇지 않다, 1: 전혀 그렇지 않다)

### 3. 창의적 설계 활동을 위한 교수설계 원리 및 상세지침에 대한 타당도

다음의 표는 초등 STEAM 교육에서 창의적 설계활동을 설계하기 위한 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 것입니다. 검토하신 후, 타당한 정도를 평정척도에 따라 표시해주시기 바랍니다.

(4: 매우 그렇다, 3: 그렇다, 2: 그렇지 않다, 1: 전혀 그렇지 않다)

구성요 소	교수설계 원리 및 상세지침	응답			
		4	3	2	1
비구조 문제 설계	<b>1. 비구조화 설계 문제 개발의 원리</b>				
	1.1 성취기준에서 문제 해결에 요구되는 교과 개념과 원리를 확인하라				
	1.2 실세계의 모순과 불일치의 내용을 제시하라				
	1.3 활동상의 제약조건을 제시하라				
	1.4 학습상황을 고려하여 구조화 수준을 정하라 (수업시간, 학습자 발달, 학습자 경험 고려) <기타의견>				
	<b>2. 몰입할 수 있는 맥락 제시의 원리</b>				
	2.1 학습자의 흥미와 경험을 활용하라				
	2.2 문제의 사회적 가치와 개인적 가치를 고려하라				
	2.3 감수성을 어필하라				
	<기타의견>				
설계 사고 과정	<b>3. 문제정의의 지원 원리</b>				
	3.1 문제 확인과 명료화 과정에서 시각적 이미지로 표현하도록 하라				
	3.2 문제의 주인의식을 갖도록 학생들이 자신의 문제를 선택하고 목적을 정하도록 하라				
	3.3 학습자가 자신의 경험을 떠올리도록 하라				

구성요 소	교수설계 원리 및 상세지침	응답			
		4	3	2	1
	3.4 활동계획서를 작성하게 하라				
	3.5 학습목표를 재진술하여 문제를 정의하는 것을 고려하게 하라				
	3.6 문제 상황에 감정 이입하여 직접 체험하고 서로 인터뷰하게 하라				
	<기타의견>				
	<b>4. 해결안 탐색 지원의 원리</b>				
	4.1 문제 해결에 요구되는 교과 지식을 가르쳐라				
	4.2 창의적 사고 기법을 가르쳐라				
	4.3 다양한 예술적 기법을 활용하여 사고의 내용을 표현하도록 하라				
	4.4 많은 양의 해결안을 생성하도록 하라				
	4.5 설계의 목적에 대해 사고하며 해결안을 찾도록 하라				
	4.6 학습자가 자신의 경험을 떠올리도록 하라				
	4.7 다양한 보기의 제공 및 동료 활동 관찰의 기회 제공을 고려하라				
	<기타의견>				
	<b>5. 지속적 성찰 지원의 원리</b>				
	5.1 학습과정과 결과에 대해 성찰하도록 하라				
	5.2 그림, 글 등 다양한 방법을 활용하도록 하라				
	5.3 설계 과정과 의사결정 내용을 기록하도록 하라				
	<기타의견>				
	<b>6. 순환적 설계 과정의 지원 원리</b>				
	6.1 문제정의부터 산출물 개발 및 수정의 과정이 순환적으로 이루어지도록 안내하라				
	6.2 해결안을 평가하고 수정할 기회를 제공하라				

구성요 소	교수설계 원리 및 상세지침	응답			
		4	3	2	1
	6.3 실패의 원인을 분석하게 하라				
	6.4 해결안의 평가 기준을 제시하라				
	6.5 학습자가 평가 루브릭을 만들도록 하라				
	<기타의견>				
학습 환경	7. 협력적 팀 구성의 원리				
	7.1 다양한 경험을 공유할 수 있도록 이질적으로 팀을 구성하라				
	7.2 의사소통의 수준을 고려하여 팀을 구성하라				
	<기타의견>				
	8. 협력적 활동 지원의 원리				
	8.1 사고 내용을 시각적으로 표상하고 공유할 수 있도록 시각화 도구를 제공하라				
	8.2 상호작용적인 의사결정 과정을 거쳐 활동하도록 의사결정의 방법을 안내하라				
	8.3 활동 시간을 제한하여 제시하라				
	<기타의견>				
	9. 산출물 개발을 위한 도구 및 재료 선택의 원리				
	9.1 학생들에게 익숙하고 쉬운 재료를 제공하라				
	9.2 경제성과 효율성을 생각하여 재료를 선택할 수 있도록 재료의 양과 종류를 제한적으로 제공하라				
	9.3 학습 시간과 안전, 목적을 고려하여 제공할 도구의 종류와 재료의 완성도 정도를 결정하라				
	<기타의견>				

감사합니다.

[부록 2] 1차 타당화 결과표

<1차 타당화 결과>

구성 요소	교수설계 원리와 상세지침	전문가				평균	표준 편차	C V I	I R A
		E	F	H	I				
비구조 문제 설계	1. 비구조화 설계 문제 개발의 원리	4	3	3	3	3.25	0.5	1	1
	1.1 성취기준에서 문제 해결에 요구되는 교과의 개념과 원리를 확인하라	4	3	3	4	3.5	0.58	1	
	1.2 실세계의 모순과 불일치의 내용을 제 시하라	4	3	3	3	3.25	0.5	1	
	1.3 활동상의 제약조건을 제시하라	4	3	3	4	3.5	0.58	1	
	1.4 학습상황을 고려하여 구조화 수준을 정하라(수업시간, 학습자 발달, 학습자 경 험 고려)	4	3	3	4	3.5	0.58	1	
	2. 몰입할 수 있는 맥락 제시의 원리	4	4	4	3	3.75	0.5	1	1
	2.1 학습자의 흥미와 경험을 활용하라	4	3	4	4	3.75	0.5	1	
	2.2 문제의 사회적 가치와 개인적 가치를 고려하라	4	3	4	4	3.75	0.5	1	
	2.3 감수성을 어필하라	3	3	4	3	3.25	0.5	1	
	3. 문제정의의 지원 원리	4	3	4	2	3.25	0.96	0.75	0.57
설계 사고 과정	3.1 문제 확인과 명료화 과정에서 시각적 이미지로 표현하도록 하라	4	4	3	4	3.75	0.5	1	
	3.2 문제의 주인의식을 갖도록 학생들이 자신의 문제를 선택하고 목적을 정하도록 하라	4	4	3	4	3.75	0.5	1	
	3.3 학습자가 자신의 경험을 떠올리도록 하라	4	3	4	4	3.75	0.5	1	
	3.4 활동계획서를 작성하게 하라	4	2	2	4	3	1.16	0.5	
	3.5 학습목표를 재진술하여 문제를 정의 하는 것을 고려하게 하라	4	3	3	4	3.5	0.58	1	
	3.6 문제 상황에 감정 이입하여 직접 체험 하고 서로 인터뷰하게 하라	4	4	2	4	3.5	1	0.75	
	4. 해결안 탐색 지원의 원리	4	3	4	4	3.75	0.5	1	
	4.1 문제 해결에 요구되는 교과 지식을 가르쳐라	4	4	4	4	4	0	1	0.63
	4.2 창의적 사고 기법을 가르쳐라	4	2	4	4	3.5	1	0.75	
	4.3 다양한 예술적 기법을 활용하여 사고의 내용을 표현하도록 하라	3	2	2	4	2.75	0.96	0.5	
	4.4 많은 양의 해결안을 생성하도록 하라	4	3	4	3	3.5	0.58	1	
	4.5 설계의 목적에 대해 사고하며 해결안	3	3	4	4	3.5	0.58	1	

구성 요소	교수설계 원리와 상세지침	전문가				평균	표준 편차	C V I	I R A
		E	F	H	I				
설계 사고 과정	을 찾도록 하라								
	4.6 학습자가 자신의 경험을 떠올리도록 하라	2	4	4	4	3.5	1	0.75	
	4.7 다양한 보기의 제공 및 동료 활동 관찰의 기회 제공을 고려하라	4	4	3	4	3.75	0.5	1	
	5. 지속적 성찰 지원의 원리	4	4	4	4	4	0	1	
	5.1 학습과정과 결과에 대해 성찰하도록 하라	3	4	3	4	3.5	0.58	1	
	5.2 그림, 글 등 다양한 방법을 활용하도록 하라	4	4	3	4	3.75	0.5	1	1
	5.3 설계과정과 의사결정 내용을 기록하도록 하라	4	4	3	4	3.75	0.5	1	
	6. 순환적 설계 과정의 지원 원리	4	4	4	4	4	0	1	
	6.1 문제정의부터 산출물 개발 및 수정의 과정이 순환적으로 이루어지도록 안내하라	4	3	4	4	3.75	0.5	1	
	6.2 해결안을 평가하고 수정할 기회를 제공하라	4	4	4	4	4	0	1	0.83
	6.3 실패의 원인을 분석하게 하라	3	3	4	4	3.5	0.58	1	
	6.4 해결안의 평가 기준을 제시하라	4	2	3	4	3.25	0.96	0.75	
	6.5 학습자가 평가 루브릭을 만들도록 하라	3	3	3	4	3.25	0.5	1	
	7. 협력적 팀 구성의 원리	4	4	3	4	3.75	0.5	1	1
	7.1 다양한 경험을 공유할 수 있도록 이질적으로 팀을 구성하라	4	4	4	4	4	0	1	
학습 환경	7.2 의사소통의 수준을 고려하여 팀을 구성하라	3	4	3	4	3.5	0.58	1	
	8. 협력적 활동 지원의 원리	4	4	4	4	4	0	1	
	8.1 사고 내용을 시각적으로 표상하고 공유할 수 있도록 시각화 도구를 제공하라	4	4	3	4	3.75	0.5	1	1
	8.2 상호작용적인 의사결정 과정을 거쳐 활동하도록 의사결정의 방법을 안내하라	3	4	4	4	3.75	0.5	1	
	8.3 활동 시간을 제한하여 제시하라	4	4	4	4	4	0	1	
	9. 산출물 개발을 위한 도구 및 재료 선택의 원리	3	3	4	4	3.5	0.58	1	
	9.1 학생들에게 익숙하고 쉬운 자료를 제공하라	3	2	4	4	3.25	0.96	0.75	
	9.2 경제성과 효율성을 생각하여 재료를 선택할 수 있도록 재료의 양과 종류를 제한적으로 제공하라	4	4	2	4	3.5	1	0.75	0.5
	9.3 학습 시간과 안전, 목적을 고려하여 제공할 재료의 완성도 정도를 결정하라	4	4	4	4	4	0	1	

[부록 3] 2차 타당화 결과표

<2차 타당화 결과>

구 성 요 소	교수설계 원리와 상세지침	전문가				평균	표준 편차	C V I	IRA
		E	F	J	L				
설 계 목 적	<b>가치성의 원리</b>	4	3	2	4	3.25	0.96	0.75	
	1.1 성취기준을 분석하여 학습자가 학습해야 할 교과와 개념과 원리를 확인하고 이를 적용하여 설계가 이루어지는 문제를 개발하라	4	3	4	4	3.75	0.50	1	
	1.2 학습자가 창의적으로 사고하여 아이디어를 생성하고 선택할 수 있도록 비구조화된 문제를 개발하라	3	3	4	4	3.5	0.58	1	0.5
	1.2.1 수업시간, 학습자의 인지와 기능 수준을 고려하여 구조화의 정도를 조절하라	4	3	4	4	3.75	0.50	1	
	1.3 모든 학습자가 성공할 수 있는 문제를 개발하라	4	3	2	4	3.25	0.96	0.75	
	1.4 개인적, 사회적으로 가치가 있는 실생활의 문제를 개발하라	4	3	2	4	3.25	0.96	0.75	
	<b>유인성의 원리</b>	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
	2.1 설계문제 상황에 학습자가 관심을 갖고 흥미 있어 할 소재나 도구를 활용하라(예: 학습자의 실생활과 연관 짓거나 처음 보는 신기한 도구를 보여주며 흥미유발)	4	4	2	4	3.5	1.00	0.75	0.67
	2.2 교사가 기대하는 학습결과 수준을 평가계획을 통해 명확히 하라(예: 평가내용-협력과정, 문제해결과정, 개발한 제품의 형태/평가시기/평가방법-교사관찰, 자기평가, 동료평가)	4	4	4	4	4	0.00	1	
	<b>단계의 단순성의 원리</b>	3	2	3	4	3	0.82	0.75	
설 계 활 동 과 정	3.1 '문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모델 제작 및 수정-발표 및 평가'의 과정을 계획하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	3.2 각각의 단계마다 학습자가 학습 진행 과정과 학습내용, 활동에 대해 평가하고 다음 단계에 적용하도록 계획하라	4	4	4	4	4	0.00	1	0.8
	3.3 단계마다 학습자의 수행 과정과 내용을 발표하고 피드백하는 계획을 세워라	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
	3.4 단계별 활동이 평가활동을 통해 순환, 반복되도록 단계별 목적을 제시하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	<b>방법의 지원성의 원리</b>	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
	4.1 문제가 무엇인지 이야기하는 문제정의를 위해 학습자의 경험을 활용할 수 있도록 역할극을 계획하라(예: 문제 상황을 역할극으로 구성하고 해당 인물이 되어 문제 상황에서의 감정, 요구 사항 등을 인터뷰를 통해 알아내는 것)	4	4	2	4	3.5	1.00	0.75	0.83
	4.2 아이디어 생성을 위한 자료조사의 방법과 발산적 사고기법의 활용안내를 계획하라	4	4	4	4	4	0.00	1	



구 성 요 소	교수설계 원리와 상세지침	전문가				평균	표준 편차	C V I	IRA
		E	F	J	L				
설 계 활 동 과 정	4.2.1 관련 교과학습내용의 교수방법을 계획하라	4	4	2	4	3.5	1.00	0.75	0.75
	4.2.2 자료조사의 방법과 범위를 계획하라(예: 자료 찾는 목적, 주제, 키워드의 제시)	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.2.3 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캠퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법을 고려하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.2.4 어떤 아이디어도 긍정적으로 반응해야 하는 규칙을 세워라(예: 무비판, 무평가, 긍정적 반응의 규칙 제시)	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.3 해결안 선택을 위한 분석틀과 수렴적 사고기법의 활용 계획을 세워라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.3.1 사회적 가치, 경제적 효율성, 관련 이해집단을 고려해야 함을 안내하라	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
	4.3.2 아이디어간의 장점과 단점을 분석하여 또 다른 해결안을 만들 수 있음을 안내하라(예: 여러 해결안을 비교, 분석하여 단점을 보완하고 장점을 최대화할 수 있도록 안내)	3	4	4	4	3.75	0.50	1	
	4.3.3 PMI, 평가행렬법 등의 수렴적 사고기법을 고려하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.4 해결안 선택 과정에서 모델링 활동이 충분히 이루어지도록 계획하라	4	4	2	4	3.5	1.00	0.75	
	4.4.1 평면이나 입체로 선택한 아이디어를 구현할 수 있도록 재료와 시간을 제공하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.4.2 모델 제작 전에 해결안의 적용과 수정을 반복하도록 하라(예: 재료의 성질 파악과 해결안평가를 위해 선택한 해결안들을 계획한대로 구성해 보는 시간 제공)	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.5 모델이 성공적이도록 지원 계획을 세워라	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
	4.5.1 실패의 원인이 해결안 자체인지 기능미숙 때문인지를 찾도록 안내하라	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
	4.5.2 수정의 과정에서 다른 모둠의 학습자들의 해결 방안을 관찰하거나 도움을 주고받을 수 있도록 안내하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	4.6 발표와 평가의 단계에서 설계과정과 학습내용을 성찰하고 발표할 수 있도록 발표방법을 계획하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	자원의 제한성의 원리	4	4	3	4	3.75	0.50	1	
	5.1 학습자의 활동시간이 15분을 넘지 않도록 계획하라	4	2	2	4	3	1.15	0.5	
	5.2 활동에 필요한 도구, 재료와 함께 그렇지 않다고 생각되는 것들도 준비하고 이 가운데 학습자가 경제성, 효율성의 원리에 따	4	4	4	4	4	0.00	1	

구 성 요 소	교수설계 원리와 상세지침	전문가				평균	표준 편차	C V I	IRA
		E	F	J	L				
설 계 활 동 과 정	라 도구, 재료를 선택, 교환하도록 계획하라								
	5.3 도구나 재료를 원기능과 관계없이 사용 하는 것에 대해 허용하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	5.4 안전과 사용목적을 고려하여 제공할 도 구를 결정하라	4	3	4	4	3.75	0.50	1	
	형태의 협력성의 원리	4	4	4	4	4	0.00	1	
	6.1 팀 빌딩 시간을 계획하여 협력의 규칙, 구성원별 역할, 협력활동 평가방법을 정하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	6.2 학습자의 의사소통 성향, 학습수준, 성별 이 다르도록 모둠을 구성하라	4	4	4	4	4	0.00	1	1
	6.3 사고과정을 공유할 수 있도록 스케치북, 찰흙, 포스트잇 등 시각화할 수 있는 재료를 제공하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	6.4 모둠간 경쟁보다는 협력을 통해 서로 도 울 수 있도록 분위기를 조성하라	4	4	4	4	4	0.00	1	
	만족성의 원리	4	4	2	4	3.5	1.00	0.75	
	7.1 모둠 구성원이 만족하는 결과를 얻기까 지 내적 동기를 가지고 수정하고 성공할 수 있도록 독려 계획을 세워라(예: 실패를 통해 성공한 사 례 제시)	4	4	3	4	3.75	0.50	1	0.5

[부록 4] 3차 타당화 결과표

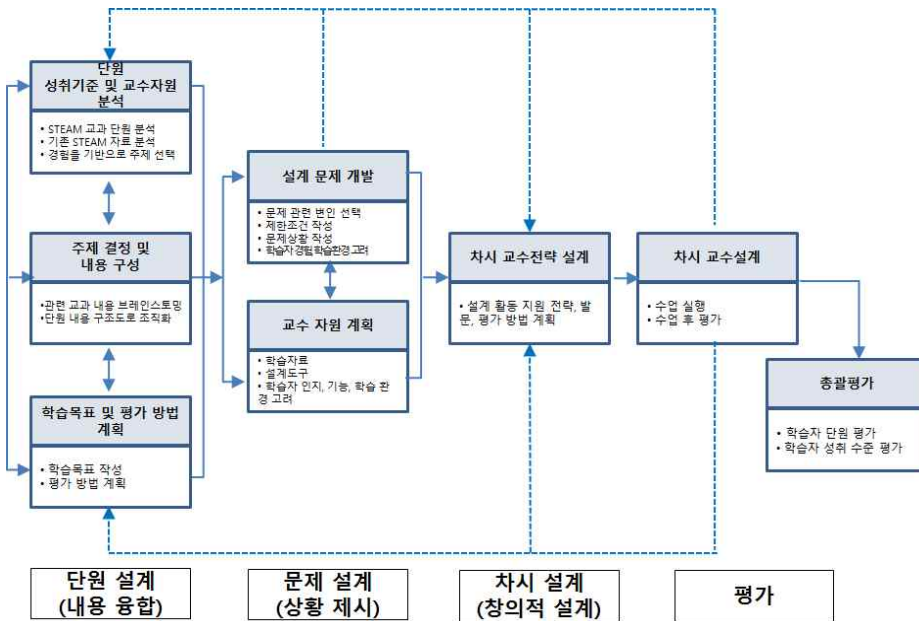
<3차 타당화 결과>

구성 요소	교수설계 원리와 상세지침	전문가			평 균	표 준 편 차	CVI	IRA
		J	K	M				
설계 문제	<b>1. 교과 통합성의 원리</b>	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	1.1 직관적으로 떠올린 문제를 중심으로 STEAM 관련 교과 내용을 브레인스토밍하라	4	4	3	3.67	0.58	1	
	1.2 교과의 성취기준을 확인하여 문제에 대한 개념도를 작성하라	3	4	4	3.67	0.58	1	
	1.3 설계 과정에서 학습하기를 기대하는 관련된 교과의 성취기준을 작성하라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	1.4 교과 개념과 원리의 활용을 설계의 제한조건으로 제시하라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	<b>2. 유인성의 원리</b>	4	3	4	3.67	0.58	1	0.5
	2.1 학습자의 흥미를 자극하도록 학습자 경험 관련 소재나 새로운 도구를 활용하여 문제의 맥락을 설계하라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	2.2 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 제시하라(설계도-모형 제작)	3	4	2	3.00	1.00	0.67	
	2.3 학습자의 지적, 기능적 수준, 학습시간을 고려하여 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라	2	3	4	3.00	1.00	0.67	
	<b>3. 단계별 활동의 충실성의 원리</b>	4	4	4	4.00	0.00	1	
설계 활동 과정	3.1 ‘문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모델 개발 및 수정-발표 및 평가’의 과정을 명확하게 계획하라	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	3.2 단계의 목적과 학습자가 해야 할 활동 내용을 작성하라	4	3	4	3.67	0.58	1	
	3.2.1 문제의 원인을 충분히 탐색하고 다양한 아이디어를 생성할 수 있도록 교수전략을 세워라	3	4	4	3.67	0.58	1	
	<b>4. 설계의 순환 반복성의 원리</b>	4	3	4	3.67	0.58	1	1
	4.1 평가 기준과 방법을 안내하여 학습자가 설계 내용을 수정할 수 있도록 하라	4	4	3	3.67	0.58	1	
	4.2 설계 과정의 초반에 충분히 실패하고 수정할 수 있도록 지원 계획을 세워라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	<b>5. 지식 활용 지원성의 원리</b>	4	3	4	3.67	0.58	1	1
	5.1 학습자가 자신의 경험과 사전지식, 교과지식을 활용할 수 있도록 교수전략을 세워라	4	3	4	3.67	0.58	1	
	5.1.1 문제에 공감할 수 있도록 교수전략을 세워라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	5.2 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 아이디어 생성을 위한 자료의 제공 범위 또는 조사의 방법과 자료 탐색의 범위를 안내할 계획을 세워라	4	4	4	4.00	0.00	1	

구성 요소	교수설계 원리와 상세지침	전문가			평 균	표 준 편 차	CVI	IRA
		J	K	M				
설계 활동 과정	<b>6. 창의적 사고 지원성의 원리</b>	4	4	4	4.00	0.00	1	
	6.1 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍, 브레인라 이팅, 스캴퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법을 안내할 계획을 세워라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	6.2 PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등의 수렴적 사고기법 중 학습자 수준에 적절한 방 법을 선택하여 안내할 계획을 세워라	3	4	4	3.67	0.58	1	1
	6.3 하나의 아이디어를 선택하지 않도록 아이디어 의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 분석 틀을 개발하라	4	3	3	3.33	0.58	1	
	6.3.1 사회적 가치, 경제적 효율성, 관련 이해집단 을 고려하여 분석하도록 안내하라	4	3	4	3.67	0.58	1	
	<b>7. 시각화 지원성의 원리</b>	4	4	4	4.00	0.00	1	
	7.1 평면이나 입체로 여러 아이디어를 구현해 볼 수 있도록 재료를 준비하라 (포스트잇, 스케치북, 고무찰흙이나 점토)	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	7.2 아이디어를 시각적으로 표현하여 학습자간 의 사소통을 하며 해결안의 적용시 예상되는 결과를 고려하도록 계획을 세워라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	<b>8. 산출물 완성 지원성의 원리</b>	4	4	4	4.00	0.00	1	
	8.1 실패의 원인을 찾아 해결할 수 있도록 안내 계 획을 세워라	4	4	3	3.67	0.58	1	
	8.2 수정의 과정에서 도움 받을 수 있는 다양한 자 원을 계획하라	4	4	4	4.00	0.00	1	1
	8.3 포기하지 않도록 내적 동기를 고양시킬 방법을 계획하라	4	3	4	3.67	0.58	1	
	8.4 산출물을 수정할 수 있도록 시간을 계획하라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	<b>9. 자원의 제한성의 원리</b>	4	4	3	3.67	0.58	1	
	9.1 학습자의 활동시간을 제한하여 계획하라	4	4	3	3.67	0.58	1	
	9.2 설계에 필요한 도구와 재료를 준비하라	4	3	4	3.67	0.58	1	
	9.2.1 학습자가 경제성, 효율성의 원리에 따라 도 구, 재료를 선택, 교환하도록 계획하라	3	4	3	3.33	0.58	1	1
	9.2.2 도구나 재료를 원기능과 관계없이 사용하는 것에 대해 허용하라	3	4	4	3.67	0.58	1	
	9.3 안전과 사용목적, 가용한 자원인지를 고려하여 제공할 도구를 결정하라	4	3	4	3.67	0.58	1	
	<b>10. 활동 형태의 협력성의 원리</b>	4	4	4	4.00	0.00	1	
	10.1 학습자들이 협력하며 설계활동에 참여할 수 있도 록 협력의 규칙과 방법을 안내할 계획을 세워라	4	4	4	4.00	0.00	1	1

구성 요소	교수설계 원리와 상세지침	전문가			평 균	표 준 편 차	CVI	IRA
		J	K	M				
설계 활동 과정	10.1.1 활동 과정에서 다른 학습자의 아이디어에 대해 비판하지 않을 것과 모두 참여해야 함을 규칙으로 제시하라	3	3	4	3.33	0.58	1	
	10.1.2 학습자들 간에 토의를 통해 의견을 모으고 결정하는 것과 의사결정 과정과 결과에 대해 정리하여 발표해야 함을 주지시켜라	3	4	4	3.67	0.58	1	
	10.2 학습자의 의사소통 성향, 학습수준, 성별이 다르도록 모둠을 구성하라	4	3	3	3.33	0.58	1	
	10.3 모둠간 경쟁보다는 협력할 수 있도록 교수자가 피드백할 계획을 세워라	4	4	4	4.00	0.00	1	
산출물	11. 평가성의 원리	4	4	4	4.00	0.00	1	
	11.1 산출물을 독창성과 적합성을 기준으로 평가하도록 평가지를 개발하라	4	4	4	4.00	0.00	1	
	11.1.1 설계문제의 목적과 제한조건을 만족시키는 지 학습자가 해결안을 정당화하여 발표하도록 안내하라	3	3	4	3.33	0.58	1	1
	11.1.2 학습자가 이전에 생각하지 못한 것을 생각한 결과물인지를 평가하도록 기준을 제시하라	3	3	3	3.00	0.00	1	

교수설계의 절차는 교과통합의 ‘내용 융합’과 이를 적용할 수 있는 ‘문제 설계’, 학습자의 창의적 설계활동을 위한 교수전략과 자료 개발 등의 ‘차시설계’를 중심으로 이루어진다.



초등 ISD 모형을 수정한 교수설계 절차 모형

‘단원 성취기준 및 교수자원 분석’과 ‘주제 결정 및 내용 구성’은 ‘교과 통합성’의 원리의 내용이 적용된다. ‘단원 성취기준 및 교수자원 분석’은 1.1의 상세지침의 내용으로, 핵심 활동은 교과 교육과정의 학습목표, 성취기준을 중심으로 단원을 분석하면서 관련된 다른 교과의 내용과 성취기준을 확인하는 것이다. 아이디어의 생성을 위해 개발된 STEAM 프로그램을 확인하며 교과를 통합하여 해결할 학습주제를 생각할 수 있다.

‘주제 결정 및 내용 구성’은 1.2와 1.3의 상세지침을 적용한 것이다. 교수자는 생각한 주제가 창의적 설계 활동을 기반으로 해결하는 것으로 적합한지, 주제와 관련된 내용을 브레인스토밍 한다. 브레인스토밍한 내용을

학습자 수준, 학습 환경, 교육과정의 순서를 고려하며 수업에서 다룰 수 있는 내용을 구조화한다. 이는 학습과제 분석의 활동으로 가르쳐야 할 내용과 관계있는 요소들을 확인하여 계열화하기 위한 목적을 가진다.

‘학습목표 및 평가 방법 계획’은 2.2와 11.1의 상세지침을 반영한다. 교사는 수업시간과 학습자 수준을 고려하여 학습목표를 작성하고 학습목표 도달을 평가할 방법을 계획한다.

내용융합에 기초하여 설계 문제를 개발할 때, ‘설계 문제 개발’은 1.4, 2.1, 2.3, 2.4의 상세지침을 적용하여 주제에 적합한 설계 문제를 학습자의 경험을 고려하여 개발한다. 문제와 관련된 여러 가지 변인들 가운데 수업 시간과 학습환경, 학습자 수준을 고려하여 수업 시간에 다룰 변인을 선택하고 문제의 제한 조건과 필요조건을 작성하는 활동을 한다.

‘교수 자원 계획’은 5.2, 7.1, 9.2, 9.3의 상세지침에 대한 것으로 재료와 도구, 학습장소를 설계한다. 개발한 문제에 맞게 학습자의 설계 활동 과정에 필요한 재료와 도구 등을 선택한다. 문제해결에 필요한 정보를 교사가 제공할 것인지, 학습자가 정보를 탐색하도록 환경을 마련해 줄 것인지, 학습자의 수준과 도서실, 컴퓨터실의 활용 시간을 고려하여 계획한다. 컴퓨터나 도서실을 이용할 경우 설계 목적에 맞는 자료를 찾을 수 있도록 목적을 상기키시고 검색 키워드와 관련 웹 사이트 등을 확인하여 계획을 한다.

차시 설계는 교수전략을 설계하는 것으로 시작한다. ‘차시 교수전략 설계’는 창의적 설계 과정과 관련되어 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.1, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 8.1, 8.2, 9.1, 10.1, 10.2, 10.3의 상세지침을 활용한다. 문제 제시부터 산출물 개발까지의 과정을 차시별로 계획한다. 각 활동의 목적과 학습자의 활동 내용을 작성하고 교수·학습 과정안을 개발하는 것으로 이루어진다.

‘차시 교수설계’는 수업의 실행과 학습자의 반응을 평가하여 다음 수업에 반영하는 내용이다.

마지막의 ‘총괄평가’는 학습자의 성취 정도를 평가하는 활동이다.

[부록 6] 사용성 평가 지도안

<사용성 평가 교사 수업 과정안>

주제	생체모방(10/14)	관련 단원	과학 3-2-1. 동물의 생활	
		대상	초등학교 3학년	
학습 목표	동물의 특징을 활용하여 우리 생활에 필요한 제품을 만들 수 있다.			
단 계	학습흐 름	교수 · 학습활동	시간	자료(*) 및 유의점(-)
문제 상황 인식 하기	분위기 조성	▷문제확인 및 정의 ◆ 전 차시 상기 및 생물들의 특별한 생존 방법 살펴보기 ◦ 사막에 살고 있는 낙타의 생김새 및 특징 살펴보기 -낙타의 긴 눈썹, 혹, 긴 다리, 땀개가 있는 코 등  ◆ 동기유발 및 생체 모방 사례 소개하기 ◦ 도꼬마리, 물총새 등의 특징을 모방하여 만들어진 제품 살펴보기 ◦ 우리도 디자이너가 되어 동식물을 모방한 기술을 응용 한 발명품을 디자인하고 만들어보자.	3’   <	



어 탐 색 하 기		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 문제해결을 위한 아이디어 생성 방법 알아보기</li> <li>◦ 이스트게이트 쇼핑센터를 통해 해결을 위한 아이디어를 생성 하는 방법 이해하기</li> <li>◦ 전 차시 내용 및 정의한 문제 살펴보기</li> <li>◦ 우리도 동물들로부터 이렇게 특별한 아이디어를 찾아보자.</li> </ul> <p>◆ 학습 문제 및 오늘의 수업 활동 안내</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>동물의 특징을 활용하여 우리 생활에 필요한 제품을 만들어 보자.</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.문제를 해결할 수 있는 아이디어 모으기</li> <li>2.해결안 선택하고 설계해보기</li> </ul> <p>◆ 아이디어 생성하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 조사학습을 위한 키워드 안내</li> <li>◦ 문제 해결을 위해 조사할 내용 정하고 역할 분담하기</li> </ul> <p>◆ 모둠별 평가 발표</p>	2'	<p>내하기</p> <p>*PPT</p> <p>-이스트게이트 쇼핑센터를 예로 살펴봄 방법 적용해보기</p>
	아 이 디 어 선 택 하 기	<p>&lt;활동 2&gt; 협력학습</p> <p>▷ 해결안 선택</p> <p>◆ 아이디어 모으기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 조사한 자료를 바탕으로 개념 지도 만들기</li> </ul> <p>◆ 문제 해결을 위한 아이디어 선택하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 모둠별로 상의하여 정의한 문제를 해결할 수 있는 아이디어 선택하기 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 효율성, 효과성, 경제성, 장단점 등을 고려하여 아이디어 평가하기(학습지 활용)</li> </ul> </li> </ul> <p>◆ 모델링하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 선택한 아이디어를 설계해보기</li> <li>◦ 모둠별 중간발표 후 수정 또는 보완하기</li> </ul> <p>◆ 제품 개발 계획 세우기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 선택한 아이디어를 실행할 계획 세우기 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구현 방법 결정하기</li> <li>- 필요한 재료 선택하기</li> <li>- 역할 분담하기</li> </ul> </li> </ul> <p>◆ 모둠별 평가 발표</p>	22' 6' 10' 5' 15' 5' 5'	<p>-도서관, 컴퓨터실 사용 가능 확인하기</p> <p>-다른 모둠의 아이디어도 참고할 수 있도록 한다.</p> <p>*8절지, 포스트잇</p> <p>-조사한 아이디어 또는 내용을 8절지에 쓰거나 자유롭게 포스트잇에 적어 붙이고 모둠원에게 설명하기</p> <p>*학습지</p> <p>*8절지, 매직</p> <p>-모듬 발표후 아이디어 수정시간 갖기</p> <p>*제품 재료 요구 표</p> <p>-모듬원간 상의 후 필요한 재료 분담 및 교사가 준비할 재료 조사해서 제출하기</p>
개 발 하	개 발 하	<p>&lt;활동 3&gt; 협력학습</p> <p>▷ 모델 제작 및 수정</p> <p>◆ 동기 유발(생체모방 제품들 살펴보기)</p>	5'	<p>*PPT</p> <p>(벨크로, 신칸센 열차,</p>

기		<div>◆ 학습 문제 및 오늘의 수업 활동 안내</div> <div>동물의 특징을 활용하여 우리 생활에 필요한 제품을 만들어 보자.</div> <div>1. 제품 개발 및 수정하기</div> <div>2. 제품 광고 발표회</div> <div>◆ 아이디어를 구현하여 제품 개발하기</div> <div>◦ 필요한 재료를 이용하여 계획한 대로 제품 만들기</div> <div>◦ 계획한 대로 구현되는지 확인하며 수정하기</div> <div>◦ 활동 15분 후 중간 발표를 통해 제품 수정 보완하기</div> <div>▷ 발표 및 평가</div> <div>◆ 제품 광고 만들기</div> <div>◦ 개발한 제품 소개할 내용 정하기</div> <div>- 제품 개발의 목적, 사용 방법, 효과 등</div> <div>◆ 광고 발표하기</div> <div>◆ 모둠 평가 및 발표</div> <div>◦ 학습 과정과 결과에 대해 평가하기</div> <div>- 학습 과정에서 모둠별 협력이 잘 이루어졌는지 평가하기</div> <div>- 학습 결과물에서 수정할 사항에 대해 이야기하기</div> <div>- 평가한 내용 발표하기</div>	35'	이스트게이트 쇼핑센터)  *PPT (수정 보완 가능 및 재료의 활용 및 유연성 안내) -활동 15분후 모둠별 중간 발표 안내
발표 및 평가하기	발표하기		18'	*PPT (광고 내용 키워드 제시)
평가하기			12' 10'	
유의사항	학생들이 생각한 아이디어를 체크하여 필요할 것으로 생각되는 자료와 필요하지 않을 것 같은 자료를 생각하여 준비한다. 교사가 준비한 자료 가운데 학생들이 필요하다고 판단하고 계획한 것들을 선택하여 사용하게 한다.		평가내용	
	관찰	협력적으로 문제를 해결하는가? 정확한 문제에 적합한 해결안을 생성하는가? 경제성, 실효성, 효율성, 효과성 등을 고려하여 해결안을 선택하는가? 동물의 특징을 활용하여 제품을 개발하는가?		

[부록 7] 사용성 평가 교사의 교수설계 원리 적용 내용

사용성 평가 교수설계 원리의 적용 내용

교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용
교과 통합성의 원리
1.1 직관적으로 떠올린 문제를 중심으로 STEAM 관련 교과 내용을 브레인 스토밍하라 교과서의 낙타가 사막에서 생존하는데 적합한 신체구조를 보고 미세먼지 문제를 떠올림. 생체모방을 활용하여 동물의 특징과 미세먼지 문제를 연결시키는 아이디어 생성
1.2 STEAM 교과의 성취기준을 확인하여 문제에 대한 개념도를 작성하라 과학: 환경에 적응한 동물의 특징    공학: 생체모방    어: 설명하는 글 쓰기
1.3 문제 해결 과정에서 학습하기를 기대하는 관련된 교과의 성취기준을 설정하라 동물의 특징을 활용하여 우리 생활에 필요한 제품을 만들 수 있다.
1.4 설계의 제한 조건으로 교과의 개념과 원리를 활용하는 것을 제시하라 동물의 특징이 반영될 것
유인성의 원리
2.1 학습자의 흥미를 자극할 수 있도록 학습자 경험 관련 소재나 새로운 도구를 활용하여 문제의 맥락을 설계하라 미세먼지 뉴스
2.2 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 설계도부터 모형 제작의 범위 가운데 정하여 제시하라 모형 제작
2.3 학습자의 지적·기능적 수준, 학습시간을 고려하여 문제와 관련된 변인의 수를 결정하라 3학년 수준에서는 모래와 미세먼지의 입자크기를 고려하기 어려움. 계절풍, 화석연료의 사용, 환경 문제를 종합적으로 다루기에 어려움이 있으니 미세먼지를 차단할 수 있는 기능성 제품을 생각해 보는 것으로 제한
2.4 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라 우리도 디자이너가 되어 동물을 모방한 기술을 응용한 발명품을 디자인하고 만들어보자.
단계별 활동의 충실성의 원리
3.1 '문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모델 제작 및 수정-발표 및 평가'의 과정을 명확하게 계획하라 1차시: 문제 확인 및 정의 -미세먼지 때문에 어떤 문제점이 있는지 확인하고 어떤 불편을 해결할 수 있을지 모둠별로 정의하기 2차시: 자료 조사 및 아이디어 생성 -정의한 내용을 해결하기 위한 아이디어

## 교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용

를 내고 필요한 자료 찾기

3차시: 해결안 선택 -여러 가지 생각한 아이디어들 가운데 분석, 종합하여 해결안 정하기

4차시: 모델 제작 및 수정 -해결안대로 모형 만들기

5차시: 발표 및 평가 -모형의 특징 발표하고 목적에 맞게 했는지 평가하기

### 3.2 단계의 목적과 학습자가 해야 할 활동 내용을 작성하라

문제 확인 및 정의: 미세먼지의 문제점을 인식하고 어떤 점을 개선할 수 있을지 찾기(역할극, 문제점 찾기)

자료 조사 및 아이디어 생성: 여러 가지 다양한 원인에 따른 해결방법들을 경험과 조사를 통해 생각해 보는 것

(관련 자료 조사, 아이디어 생각하기)

해결안 선택: 학생들이 할 수 있고 목적에 적합한 해결안을 여러 가지 점에서 분석하여 선택하기(전차시에 생각한 아이디어 가운데 토의해서 적합한 해결안 선택해서 예상 모습 그리기)

모델 제작 및 수정: 해결안을 적용한 모델을 만들어서 보여주기(설계도를 바탕으로 모델 만들기)

발표 및 평가: 활동의 목적에 맞게 모델 설명하기. 적절성과 참신성을 평가해보기(제품 광고지 만들고 발표하기)

### 설계의 순환 반복성의 원리

4.1 평가 기준과 방법을 안내하여 학습자가 이에 기초하여 설계 내용을 수정할 수 있도록 하라

미세먼지로 인한 문제를 해결할 수 있는 제품을 만들었는지 설명하는 광고 만들기. 동물의 특징이 반영되었는지 확인

4.2 설계 과정의 초반에 충분히 실패하고 수정할 수 있도록 지원 계획을 세워라

모듈별 중간발표 후 수정 또는 보완하기

4.3 산출물을 수정할 수 있도록 시간을 계획하라

계획한 대로 구현되는지 확인하며 수정하기 중간발표를 통해 제품 수정 보완하기(15분 활동, 5분 발표, 15분 수정 및 지속, 5분 정리)

### 지식 활용 지원성의 원리

5.1 학습자가 자신의 경험과 사전지식, 교과지식을 활용할 수 있도록 교수전략을 세워라

날씨 문제로 인한 각자의 생활에서 불편한 점을 역할극으로 꾸미기

5.2 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 아이디어 생성을 위한 자료의 제공 범위 또는 조사의 방법과 자료 탐색의 범위를 계획하라

교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용	
자료 제공: 생체모방 관련 사례들	
인터넷 조사 키워드: 미세먼지, 황사, 해결법, 생체모방, 미세먼지 원인, 찾아보고 싶은 동물들	
창의적 사고 지원성의 원리	
6.1 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캬퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법에 대한 안내 계획을 세워라	브레인스토밍
6.2 아이디어 수렴을 위한 PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등을 학습자 수준과 목적에 적절한 방법을 선택하여 안내 계획을 세워라	효율성, 효과성, 경제성, 장단점 등을 고려하여 아이디어 평가하기
6.3 아이디어의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 분석 틀을 개발하라	효율성, 효과성, 경제성, 장단점 분석 학습지
시각화 지원성의 원리	
7.1 평면이나 입체로 여러 아이디어를 구현하며 의사소통할 수 있도록 재료를 준비하라	8절지, 매직
7.2 아이디어의 시각적 표현을 통해 해결안의 결과를 예상할 수 있도록 안내 계획을 세워라	제품 모양, 기능 그리기
산출물 완성 지원성의 원리	
8.1 아이디어의 부재나 문제해결에 실패할 경우 원인에 따라 학습자를 지원할 방법을 계획하라	궤간 순시를 통해 문제 확인 및 피드백
자원의 제한성의 원리	
9.1 학습자의 활동시간을 제한하여 계획하라	10분-10분-모듬별 1분 30초 발표-수정
9.2 설계에 필요한 도구와 재료를 학습자가 선택할 수 있도록 준비하라	모듬원간 상의 후 필요한 재료 분담 및 교사가 준비할 재료 조사해서 제출하기
9.3 안전과 사용목적, 학습자의 기능수준을 고려하여 도구와 재료의 완성도를 결정하라	수업 시간에 철사 자르기나 구부리기 등 학생들이 도움을 요청하거나 위험해 보이는 것은 교사가 도와줌
활동의 협력성의 원리	
10.1 학습자의 의사소통 성향, 학습수준, 성별이 다르도록 모듬을 구성하라	활동을 위한 모듬 구성이 부자연스럽게 느껴져 별도로 적용하지 않음

---

교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용

10.2 학습자가 협력하며 설계활동에 참여할 수 있도록 협력의 규칙과 방법을 계획하라

평상시에도 자기들끼리 잘 이야기하며 활동하고 있기 때문에 추가적으로 더 강조해서 지도하지는 않음

10.3 모듈간 경쟁보다는 협력할 수 있도록 교수자가 피드백할 계획을 세워라  
모듈별 발표 내용을 칭찬하거나 수정이 필요한 사항을 이야기해주고 해결안도 서로 제시해줄 수 있도록 안내

평가성의 원리

11.1 산출물을 학습자 수준에서의 독창성과 설계 목적에 맞는 적합성 측면에서 평가하도록 평가지를 개발하라

정의한 문제에 적합한 해결안을 생성하는가? 경제성, 실효성, 효율성, 효과성 등을 고려하여 해결안을 선택하는가? 동물의 특징을 활용하여 제품을 개발하는가?

---

## 6학년 융합인재교육 교수·학습 과정안

학습주제	시원한 교실을 만드는 방법 찾아보기	차시	1/7
학습목표	여름에 교실이 시원하게 지낼 수 있는 방법을 생각해낼 수 있다.		
학습자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>•아동용:포스트잇, 소형화이트보드,온도계</li> <li>•교사용:여러건물의 사진</li> </ul>		
학습자의 의도	학교건물이 냉난방에 취약한 이유를 건물의 건축방법에 문제가 있음을 알고 그 해결방법을 찾으려는 마음을 가지게 한다.		

단계	학습요 소	교수-학습 활동	시간	자료(◎) 및 유의점(*)
		수업활동 안내 및 발문		
상황제시 (탐색 및 문제파악)	동기유 발	<b>◎동기유발</b> ▶우리나라 계절의 특징을 생각해보기 -우리나라 계절의 특징 말해보자(줄 발표) -우리나라의 날씨의 특징은 우리의 주생활을 어떻게 만들었는가?(옛날 주생활에 대해 발표해도 된다.)-발표방법:일어서서 발표하기-생각이 같으면 앉기 -여름에 학교는~,겨울에 학교는~ 발표하기  <b>◎학습문제제시</b> ▶학교건물의 문제점 인식하기 -학교가 여름에는 시원하고 겨울에는 따뜻한 방법은 없을까? -전기가 많이 드는 냉난방말고 건물이나 주변 것을 바꾸어 시원한 학교,따뜻한 학교를 만들 수는 없을까?.	5'	
	학습문 제 제시	▶미션제시 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>시원한 학교를 만드는 방법을 찾아 보자</b> </div>		
	학습활동 안내	(탐색)학교건물 탐색하기 (토의)시원한 학교 만드는 법 찾아보기		
	탐색	<b>&lt;탐색&gt; 우리학교 건물의 특징 살펴보기</b> ▶왜 더운 학교가 되는 지 건물과 건물의 주변을 보면서 이유 생각해보기 -학교건물에서 가장 온도가 높은 곳과 낮은 곳을 찾	12'	◎온도계

<p>실험(탐구)</p>	<p>모둠 생각 모으기</p> <p>수업 마무리</p> <p>예고</p>	<p>아 온도를 재고 그 이유를 생각해보자.</p> <p>-우리학교에서 가장 온도가 높은곳은 어디일까?</p> <p>- 우리학교에서 가장 온도가 낮은 곳은 어디일까?</p> <p>▷학교 건물전체를 탐색해도 되고 교실과 복도에서만 탐색해도 된다.(모둠의 의견대로 행동한다.)</p> <p>▷모둠별로 온도가 낮은(높)곳의 장소의 이름과 온도를 적는다.</p> <p>▷4인1조의 모둠을 만들어 10분동안 활동한다.(시간을 지키도록 안내한다.)</p> <p>▷모둠활동의 결과를 칠판에 붙인다.</p> <p>▷결과를 보고 공통점,건물의 문제점을 발표한다.</p> <p><b>&lt;탐색&gt; 시원한 학교를 만들기 위한 방법 찾아보기</b></p> <p>▶탐색한 결과와 자신이 갖고 있는 바탕지식을 바탕으로 시원한 학교를 만드는 방법을 브레인라이팅 방법을 이용하여 표현한다.</p> <p>▶팀빌딩하기</p> <p>▷브레인 라이팅하기</p> <p>정해진 시간(5분)동안 포스트잇에 생각나는대로 써서 모둠화이트보드에 붙인다.</p> <p>▷생각 모으기</p> <p>화이트보드에 붙일 때 같은 의견이면 겹치거나 아래로 붙이면서 의견을 정리한다.</p> <p>▷생각 정리하기(핫스파트 기법)</p> <p>친구들의 의견을 보면서 현실적이며 창의적인 아이디어라고 생각하면 스티커를 붙인다.스티커의 개수를 2개,1개,0개로 자신의 의견을 표현한다. 의견이 비슷하거나 다르지만 합치면 좋은 의견이 되는 것도 찾아본다.</p> <p>(친구의 의견에 부정적인 표현을 하지 않도록 안내한다.)</p> <p>-스티커가 많이 붙은 순서로 의견을 정리한다.</p> <p>◎정리</p> <p>▶다음차시를 위한 과제설정</p> <p>-모든 의견을 표현하기 위해 어떤 준비가 필요할까?</p> <p>-여러분이 생각해낸 아이디어를 제대로 표현하려면 어떤 공부나 필요할까?</p>	<p>15분</p> <p>8분</p> <p>*학교를 탐색 할때는 공간적 제약을 되도록 적게 한다. 실험을위해 다른반에 피해를 주지 않도록 안내한다; *온도계 APP을 이용해도 된다.</p>
---------------	--	--	---



		<p>-필요한 공부(자료)를 말해보자.</p> <p>=더위를 덜 느끼는 건축재료를 알아봐야해요.</p> <p>=햇빛이 비치는 방향을 생각해봐야해요.</p> <p>=옛날 사람들의 건축법을 알아야해요.</p> <p>◎차시예고</p> <p>▶설계를 위한 생각해오기</p> <p>-‘내가 건축가라면 학교건물에 이런 것을 넣을꺼예요’또는 학교건물은 이렇게 지어야 해요.“의 생각을 갖고 다음시간 에 학교건물을 설계해봅시다.</p>		
--	--	---	--	--

학습주제	시원한 교실(학교)의 설계도 만들기	차시	2-3/7
학습목표	여름에 시원하게 지낼 수 있는 교실(학교)의 설계도를 만들 수 있다.		
학습자료	•아동용: 설계도 그릴 자료(자,각도기,B4) •교사용:건축에 관한 여러 자료		

단계	학습요소	교수-학습 활동	시간	자료(◎) 및 유의점(*)
		수업활동 안내 및 발문		
상황제시 (탐색 및 문제파악)	동기유발	<b>◎동기유발(전시학습상기)</b> ▶지난시간의 브레인라이팅의 내용 생각하기 -모둠의 의견중에서 가장 별을 많이 받은 포스트잇을 발표해보자. -8개의 의견 중에서 겹친 부분이 있는가? -8개 의견의 공통적인 의견이 있는가? -다른모둠의 의견 중에 따라할만한 것은 없는가?  <b>◎학습문제제시</b> ▶학교건물을 설계할 수 있을까? -설계가 무엇인가? -학교건물을 설계하려면 무엇을 준비해야 할까?	5'	
	학습문제제시	▶미션제시 <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">           시원한 학교건물을 설계해보자.         </div>		
	학습활동안내	(탐색)건물 설계를 위한 자료 조사하기 (설계)바탕지식을 동원하여 학교건물 설계해보기		
	탐색	<b>&lt;탐색&gt; 건물을 설계하기 위한 준비</b> ▶학교 건물을 설계하기 위해 알아야 할 지식쌓기 -설계도가 무엇인가? 왜 필요한가? -설계도를 어떻게 그릴 것인가? -설계도에 포함되어야 할 것(컨셉)은 무엇으로 할 것인가?	20	◎설계사진

<p>실험(탐구)</p>	<p>모둠생각하기</p> <p>적용</p>	<p>▷ 관련지식을 쌓기 위한 자료탐색</p> <p>- 제시된 자료를 읽으면서 자료를 공유한다. (20분) 자료를 보면서 (더 필요한 자료는 스마트폰 검색을 해도 된다)</p> <p>- 선생님이 제시한 자료를 보고 건물을 설계하기 위한 건축자료나 건축방법에 대한 논의를 한다.</p> <p>- 자료조사중에 궁금한 점이나 자신의 생각을 모둠원이 편하게 이야기하면서 자료를 읽는다.</p> <p>▷ 모듬토의</p> <p>- 자료를 통해 얻은 지식과 지난 시간에 생각한 방법(포스트잇)을 접목할 방법이 있는지 토의해보자.</p> <p>- 지난시간에 생각한 방법이 창의적이면서 현실적으로 가능한 것을 찾아보자.</p> <p>- 생각한 방법에서 어떤 것을 수정하면 좋은 아이디어가 될까 고민해보자.</p> <p>▷ 토의 결과 정리하기</p> <p>- 우리모듬이 설계하는 학교건물의 특색(컨셉)이 무엇인지 모듬토의를 통해 정한다.</p> <p>- 어떤 재료를 사용할 것인지 토의해보자.</p> <p>- 건물의 크기, 높이는 어떻게 정할 것인지 토의해보자.</p> <p>- 건물의 벽은 어떻게 설계할 것인지 생각해보자.</p> <p>- 건물의 창은 어떤 구조와 어떤 크기로 할 것인지 정해보자.</p> <p>- 정해진 결과를 어떻게 설계에 넣을 것인지 토의한다.</p> <p>&lt;활동&gt; 시원한 학교를 만들기 위한 설계도 만들기</p> <p>▶ 학교건물의 크기 및 형태를 선택한다.</p> <p>- 기존의 본관건물을 리모델링하는 기법으로 벽과 창을 디자인할것인가?</p>	<p>15분</p> <p>*설계도를 그릴때 설계의 틀을 너무 강조하지 않는다.</p> <p>*이동의 창의성을 해치지 않도록 너무 제약을 두지 않는다.</p> <p>30분</p>
---------------	-------------------------	--	--

	<p>-기존의 건물을 허물고 전혀 다른 모습의 건물을 설계할 것인가?</p> <p>-남향인 본관말고 영어실이나 4학년 동관을 새로 디자인 할 것인가?</p> <p>▷ 교사가 제시한 세가지 방법 말고 다른 아이디어가 있으면 수용한다.</p> <p>▶설계의 기본틀에 맞게 학교건물을 설계해 본다.</p> <p>-평면 설계와 측면설계중 어느방법을 선택할 것인가?</p> <p>▷ 자신이 생각하는 학교건물을 잘 표현하기 위한 방법이 평면이 좋을지, 측면이 좋을지 토의한다.</p> <p>▷ 이 설계도는 창의성도 중요하지만 다음작업인 만들기에다 구현이 되어야 하므로 창의성과 현실성이 접목할 수 있도록 안내한다.</p> <p>-모동역할 분담으로 평면과 측면을 나누어서 설계해도 된다,</p> <p>-설계에서 그림으로 표현하기 어려운 것은 글로 표현해도 된다.</p> <p>◎정리</p> <p>▶완성된 설계도를 교실게시판(벽면)에 붙이고 감상한다.</p> <p>-다른 모동원들이 수정하면 좋을 것을 포스트잇에 써서 붙인다.</p> <p>-수업이 끝나도 다음 활동시간까지 일주일동안 서로의 작품을 비교할수 있는 시간을 준다.</p>	10'	<p>*수업시간이 끝나도 아이들이 설계도에 관심을 갖도록 유도한다.</p>
--	--	-----	---

학습주제	설계도 수정하기	차시	4/7
학습목표	모둠이 제작한 설계도를 토의를 통해 수정할 수 있다.		
학습자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>•아동용:설계도, 블록, 찰흙(종이찰흙, 색점토등등), 도화지,</li> <li>•교사용:여러건물의 사진</li> </ul>		
학습자의 의도	모둠에서 만든 설계도를 가장 효과적이며 현실적인 면에서 건축이 가능한지 살펴보는 과정에서 여러사람의 생각을 모으고 새로운 것을 만들어가는 경험을 하게 한다.		

단계	학습요 소	교수-학습 활동	시간	자료(◎) 및 유의점(*)
		수업활동 안내 및 발문		
상황제 시 (탐색 및 문제파 악)	동기유 발	<p>◎동기유발</p> <p>▶지난 시간에 만든 설계도 이야기하기</p> <p>-우리모둠이 만든 설계도의 가장 좋은점을 자랑해보자.</p> <p>-우리모둠이 설계도를 만들면서 해결되지 않은 점은 무엇인지 말해보자.</p> <p>-친구들의 의견을 듣고 도움을 줄만한 의견이 있는지 발표해보자.</p> <p>◎학습문제제시</p> <p>▶설계도의 문제점 인식하기</p> <p>-우리모듬의 설계도는 제작이 가능할까?</p> <p>-어떤 것을 수정해야 할까?</p>	5'	
	학습문 제 제시  학습활 동 안내	<p>▶미션제시</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>생각을 모아 설계도를 수정해보자.</p> </div> <p>(탐색)우리모듬의 설계도에 문제점을 찾아보자.</p> <p>(활동)설계도 수정하기</p>		
	탐색	<p>&lt;탐색&gt; 모듬의 설계도의 문제점을 찾아보자.</p> <p>▶설계도의 문제점찾기</p> <p>▷설계도의 문제점을 여러 방향에서 찾도록 다양한 관점을 제시한다.</p> <p>-건물의 벽은 어떻게 할 것인가?(벽의 재료선정과 그것을 잘 표현할 수 있는 모형재료를 찾아본다.)</p> <p>-건물의 높이는 어떻게 할 것인가?(축척을 활용한다.)</p>	12'	◎건물사진

<p>실험(탐구)</p>	<p>모둠생의 각모 기</p> <p>설계도</p> <p>수정하 기</p>	<p>-건물의 지붕은 어떤 모양과 재료는 무엇으로 할 것인가?(지붕재료에 가장 알맞은 모형재료는 어떤 것을 선택할 것인가?)</p> <p>-목적에 맞는 건물설계도인가?</p> <p>-건물의 벽,높이,지붕을 설계도에 잘 표현이 되어 있는가?</p> <p>-건물의 재료나 컨셉이 친환경적인가?</p> <p>-너무 비용이 많이드는 것은 아닌가?</p> <p>-실현가능한 컨셉인가?</p> <p>-쾌적한 학교가 되기 위한 설계인가?</p> <p>-우리가 바라는 학교의 모습인가?</p> <p>-주변환경과 어울리는 설계인가?</p> <p>-학교건물을 아름답게 꾸밀수 있는 방법은 없는가?</p> <p>(건물의 색, 그림,창의배치등등)</p> <p>-우리한옥등 전통적인 방법을 접목시킬수 있을까?</p> <p>-열전도를 적게(단열)하는 방법은 찾았는가?</p> <p>-건물주변에는 어떤 것을 배치해야 시원한(따뜻한)학교가 될 것인가?</p> <p>▷ 교사의 질문을 들으며 모둠의 설계도를 살펴 보면서 수정할 부분을 찾아보고 자신의 생각을 모둠원끼리 자유롭게 표현한다.</p> <p>▷ 설계도와 그동안 적은 포스트잇을 보면서 좋은 생각을 모아본다.</p> <p><b>&lt;탐색&gt; 모둠의 설계도를 수정해보자.</b></p> <p>▶ 설계도를 수정하기 위한 사전작업해보기</p> <p>▷ 교사가 제시한 여러 재료(나무블럭,스티로폼,찰흙,지점토,수수강,두꺼운도화지,...)를 보고 자신들이 설계한 건물의 재료를 표현할 수 있을지 조작해보면서 설계도를 살펴보도록 안내한다.</p> <p>-모둠의 설계도(평면,측면)을 보고 어디를 수정할 것인지 모둠토의를 거쳐 수정해보자.</p> <p>-건물의 재료를 바꿀 것인지, 구조를 바꿀것인지, 층고를 바꿀것인지, 지붕의 모양을 바꿀 것인지 모둠토의를 해보자.</p> <p>-주어진 재료 중 필요한 것을 가져가서 평면의 설계도를 입체로 간단히 설치해보면서 문제점을 찾아보자.</p> <p>▶ 설계도 수정하기</p> <p>-모둠토의와 작업을 통해 결정된 것을 바탕으로 설계도를 수정해보자.</p>	<p>1 5 분</p> <p>8분</p>
---------------	--	---	----------------------------

	수업 마무리	<p>-설계도를 수정할때는 다시 그려도 되고 수정된 부분을 덧붙여도 되고 간단한 그림이나 글로 포스트잇을 붙여도 된다.</p> <p>▷설계도 수정은 창의성을 바탕으로 그것을 다음 시간에 잘 표현(만들기)를 할 것인가에 중점을 둔다.</p>	
	예고	<p>◎정리</p> <p>▶설계도 재 전시하기</p> <p>-지난시간에 설계한 것과 달라진것을 색A4종이에 써서 설계도에 붙이고 다시 전시해보자.</p> <p>◎차시에고</p> <p>▶재료 생각해보기</p> <p>-선생님이 제시한 자료 말고 여러분이 시원한 학교만들기에 필요한 재료가 무엇일지 생각해보고 선생님께 요청하던지 자신이 구할수 있는 것은 가지고 와도 되니 어떤 자료가 좋을지 생각해보자.</p>	

(평가)

평가관점	평가기준
협동성	모둠원이 의견을 모으고 수정하는 과정이 협력하여 활동하는가?
창의성	주제에 맞는 창의적 아이디어를 찾아내는가?

학습주제	시원한 학교 모형 만들기	차시	5-6/7
학습목표	모둠이 제작한 설계도를 바탕으로 시원한 학교 모형을 만들 수 있다.		
학습자료	•아동용: 설계도, 블록, 찰흙(종이찰흙, 색점토등등), 도화지, 기타재료 •교사용: 여러 건물의 사진		
학습자의 의도	모둠에서 만든 설계도를 바탕으로 직접 건물 만들기 활동을 하면서 생각을 작품으로 표현하는 것이 어렵지만 자신과 모둠의 생각을 가장 효율적으로 표현하는 경험을 해본다.		

단계	학습요 소	교수-학습 활동	시 간	자료(◎) 및 유의점(*)
		수업활동 안내 및 발문		
상황제 시 (탐색 및 문제파 악)	동기유 발	<b>◎동기유발</b> ▶수정한 설계도 이야기하기 -우리모듬은 무엇을 수정하였는가? 왜 수정하였는가? -시원한 학교를 만들때 가장 중점을 두어야 하는 것은 무엇인가? -친구들의 의견중 도움되는 의견은 있었는가?  <b>◎학습문제제시</b> ▶건물 모형 만들기를 위한 준비 -우리가 생각한 시원한 학교를 어떻게 표현할 것인가? -어떤 재료로 어떻게 표현할까?	5'	
	학습문 제 제시  학습활 동 안내	▶미션제시 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">           우리모듬의 설계도를 보고 시원한 학교 모형을 만들어보자.         </div> (탐색)학교를 만들 재료 선정하기. (활동)시원한 학교 모형 만들기		
	탐색 (모듬 토의)	<b>&lt;탐색&gt; 시원한 학교를 만들 재료 선정하기</b> ▶건물의 부분에 어울릴 자료 탐색 및 선정하기 -우리모듬이 생각한 시원한 학교 만들기에서 가장 중요하게 여기는 해결책은 무엇이라고 생각하는가? -우리모듬의 해결책을 어떻게 표현하는 것이 가장 효과적일까? ▷교사가 제시한 물건과 모듬에서 표현할 부분이 잘 맞는 것이 있는지 확인한다. -우리가 만들 건물의 벽은 무엇으로 할 것인가?	10'	◎건물사진



<p>실험(탐구)</p>	<p>작품제 작</p> <p>수업 마무리</p> <p>예고</p>	<p>-유리는 무엇으로 표현할 것인가? -지붕은 무엇으로 표현할 것인가? -우리모듬의 특색(태양광,특수벽)등은 무엇으로 표현할 것인가? -건물의 높이는 어느정도 할 것인가?(축척 생각하기) -벽의 두께는 어느 정도로 표현할 것인가? -우리건물의 특징(컨셉)을 잘표현할 수 있는 방법또는 어떤 재료로 표현할 것인가? -건물주의의 것들은 무엇으로 어떻게 표현할 것인가?</p> <p>▷교사가 제시한 물건(하드보드지,두꺼운도화지,부직포,한지,수수깡,빨대,나무젓가락,이쑤시개,블럭)말고 개인이나 모듬에서 준비한 자료를 활용해도 된다. ▷모듬토의를 거쳐 필요한 재료를 가져간다.(개수나 종류는 제한하지 않으나 낭비되지 않도록 안내한다.)</p> <p><b>&lt;만들기&gt; 시원한 학교를 만들어보자.</b> ▶필요한 재료를 바탕으로 학교건물 만들기 -우리가 만들고자 하는 학교는 ‘시원한 학교’이므로 시원한 학교가 될 수 있게 표현해보자. -건물의 방향도 중요하므로 건물바닥에 방향을 표시하여 보자. -벽을 세울때 수직이 되도록 기구를 이용하며 바닥에 붙여보자.(디자인상 수직이 안될 경우에는 이유를 생각하도록 한다.) ▷벽, 지붕,창문,색칠등 모듬원이 자기의 역할을 분담하여 제작하여 조립하는 방법을 안내한다.(모듬원의 고른 역할을 위해) ▷모듬원이 협력하여 건물을 완성한다.(벽을 세우기 어려우면 기존의 박스를 활용해도 된다.) ▷만드는 과정에서 모듬원의 의견이 모아지면 설계도가 변경되어도 된다. ▷모양이 좀 변해도 ‘시원한 학교 만들기’라는 주제가 흔들리지 않도록 궤간순시를 통해 살펴본다. ▷모듬원에서 모듬활동에 참여하지 않는 아이가 없도록 배려한다.(학교만들기에 어려움을 겪는 아이들에게는 작은일-화단꾸미기,색칠하기-에 참여하도록 안내하고 작업을 격려한다.</p> <p><b>&lt;수정하기&gt;</b> -구상한 해결안이 잘 적절히 표현되었는지 살펴</p>	<p>5 0 분</p> <p>1 0 분</p> <p>5분</p>	
---------------	--	---	---	--

		<p>보자,</p> <p>▷모둠이 구상한 시원한 학교 만들기가 제대로 구현되었는지 살펴보고 문제점과 수정방안을 찾아보는 시간을 준다, 수정방법이 정해지면 수정하는 시간도 주어본다.</p> <p>▷모둠토의를 거쳐 작품을 수정한다.</p> <p>◎차시예고</p> <p>▶전시방법 생각하기</p> <p>-우리가 만든 학교를 전시하는 방법을 생각해보자.</p>		
--	--	---	--	--

### (평가)

평가관점	평가기준
협동성	모둠원이 의견을 모으고 수정하는 과정이 협력하여 활동하는가?
창의성	주제에 맞는 창의적 아이디어를 찾아내는가?
독창성	산출물이 독창적인가?
효율성(경제성)	산출물이 경제성,효율성,쓸모를 생각하여 개발되었는가?

학습주제	모둠에서 제작한 시원한 학교 발표하기	차시	7/7
학습목표	모둠이 제작한 시원한 학교를 전시하고 발표할 수 있다.		
학습자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>•아동용: 설계도, 완성된 학교모형, 색싸인펜, ,B4도화지</li> <li>•교사용: 포스트잇</li> </ul>		
학습자의 의도	모둠에서 만든 시원한 학교 모형을 발표하기 위해 안내도를 제작하고 전시를 위한 전시회장을 꾸미면서 프로젝트의 완성의 기쁨을 경험하게 하고자 한다.		

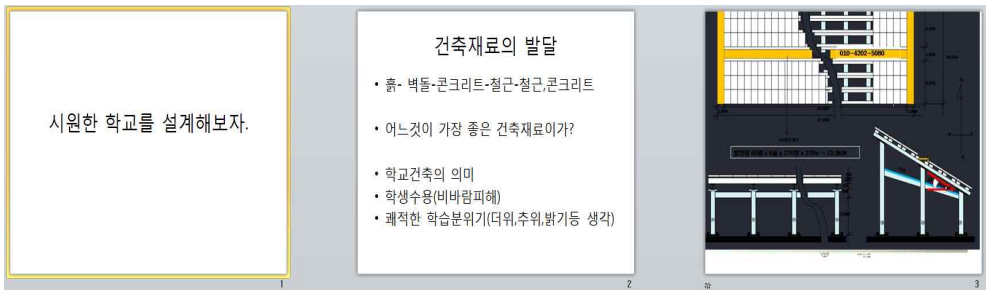
단계	학습요소	교수-학습 활동	시간	자료(◎) 및 유의점(*)
		수업활동 안내 및 발문		
상황제시 (탐색 및 문제파악)	동기유발	<b>◎동기유발</b> ▶우리모둠이 제작한 학교모형 살펴보기 -우리모둠이 만든 학교모형은 ‘시원한 학교’가 잘 표현되었는가? -작품을 전시하기 전에 어떤 준비가 필요할까? ▶전시회를 위한 준비 -4주간에 걸쳐 시원한 학교를 만들기 위해 생각하고 모듬토의하고 설계도를 만들고 설계도에 의해 작품을 제작하면서 무엇을 느꼈는가? -어떤 방법으로 작품을 전시하면 우리모듬의 생각이 잘 표현될까?	5'	
	학습문제제시	▶학습문제제시 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">우리모듬의 작품을 우리의 생각이 잘 표현되게 전시하는 방법을 찾아보자.</div>		
	학습활동 안내	(활동1)작품전시를 위한 준비 (활동2)발표하기		
	탐색 (모듬토의)	<b>&lt;활동1&gt; 작품전시를 위한 준비</b> ▶시원한 학교를 만들기 위해 우리모듬에서 표현하고자 한것 살펴보기 -우리모듬이 생각한 시원한 학교 만들기에서 가장 중요하게 여기는 것이 잘 표현되었는가? -작품에 잘 표현이 되어있지 않다면 어떻게 표현하는 것이 가장 효과적일까?	15'	◎ 설명판 만들 준비

<p>감성적 체험</p>	<p>작품제 작</p> <p>수업</p> <p>마무리</p> <p>예고</p>	<p>▷모형만들기에서 표현이 부족한 부분은 설명서를 통해 표현할 수 있음을 안내한다.</p> <p>-‘시원한 학교’라는 주제에 맞는 우리건물의 이름은 무엇으로 할 것인가?</p> <p>-건물에서 보여주지 못한 여러분의 생각을 글이나 간단한 그림으로 표현해보자.</p> <p>▶각 모듬의 건물에 대한 설명판 작성하기</p> <p>-설명판에 써야 할 내용은 무엇인가?</p> <p>-우리모듬의 중요 컨셉은 어떻게 표현할 것인가?</p> <p>▷간단한 학습지를 주어서 설명판에 써야 할 것들을 기록하게 한다.</p> <p>질문지 내용(시원한 학교를 만들었어요.)</p> <p>1.우리가 만든 학교건물의 이름은?</p> <p>2. 우리가 가장 고민하고 시간이 걸린 작업은?</p> <p>3. 건물의 각 부분에 시원한 학교를 위해 사용한 물건이나 디자인은? (벽, 지붕,에너지,창문등등...)</p> <p>4. 우리 작품에서 눈여겨 봐야할 부분은?</p> <p>-위의 질문지를 바탕으로 설명판에 모듬토의를 거쳐 창의적인 표현을 한다.(색칠과 장식가능)</p> <p>▷질문지를 완성하면서 모형에 부족한 부분을 수정해도 된다.</p> <p><b>&lt;활동2&gt; 발표하기</b></p> <p>▶1차 발표하기</p> <p>-완성된 작품과 설명판을 교실의 앞이나 뒤의 공간을 잡아 발표준비를 해보자.</p> <p>-모듬별로 자신의 작품을 중요한 것을 중심으로 발표해보자.(모듬에서 발표자 선정)</p> <p>-모듬발표후 친구들의 의견을 듣는다.(칭찬할점,고칠점)</p> <p>▶수정하기</p> <p>-친구들의 의견을 들어 설명판에 빠진 것이나 뺄것을 정리하여 재 전시 준비를 한다.</p> <p>▶복도전시 준비하기</p> <p>-완성된 학교 모형과 설명판을 전시회장으로 옮겨 전시한다.</p> <p>(복도에 전시한다.)</p> <p>-다른반 친구들의 의견을 듣기위해 작품앞에 포스트잇을 놓아둔다.</p> <p>-설명이 필요할 경우를 대비해서 자신의 작품앞에서 대기한다.</p>	<p>1 5 분</p>	
-------------------	---	---	------------------	--

		◎총정리 ▶프로젝트를 마친후 느낀점 발표하기 -시원한 학교 만들기 프로젝트를 하면서 알게된점, 아쉬운점등을 말해보자.	5분	
--	--	--	----	--

(평가)

평가관점	평가기준
협동성	모둠원이 의견을 모으고 수정하는 과정이 협력하여 활동하는가?
창의성	다양한 아이디어를 모둠원에게 이야기했는가?
표현력	작품의 특성을 살려 설명판을 완성하였는가?



[수업 PPT 자료]

## 시원한 학교를 만들었어요.

- 1.우리가 만든 학교건물의 이름은?
2. 우리가 가장 고민하고 시간이 걸린 작업은?
3. 건물의 각 부분에 시원한 학교를 위해 사용한 물건이나 디자인은? (벽, 지붕,에너지,창문등등...)
4. 우리 작품에서 눈여겨 봐야할 부분은?

[부록 9] 외적 타당화 참여 교사의 교수설계 원리 적용 내용

외적 타당화 참여 교사의 교수설계 원리 적용 내용

교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용	
교과 통합성의 원리	
1.1 직관적으로 떠올린 문제를 중심으로 STEAM 관련 교과 내용을 브레인 스토밍하라	연구자가 제시한 학교 건물의 냉난방 문제를 기본으로 하여 문제 개발
1.2 STEAM 교과의 성취기준을 확인하여 문제에 대한 개념도를 작성하라	과학: 대류현상, 단열, 계절에 따른 특징 사회: 자연환경과 주생활, 지속가능한 발전, 방위 미술: 시각 이미지
1.3 문제 해결 과정에서 학습하기를 기대하는 관련된 교과의 성취기준을 설정하라	대류, 단열, 색의 느낌에 대한 원리를 생각하여 여름에 시원한 학교 건물을 설계하고 제작할 수 있다.
1.4 설계의 제한 조건으로 교과의 개념과 원리를 활용하는 것을 제시하라	과학의 단열, 대류, 색의 느낌, 지속가능한 발전
유인성의 원리	
2.1 학습자의 흥미를 자극할 수 있도록 학습자 경험 관련 소재나 새로운 도구를 활용하여 문제의 맥락을 설계하라	관찰: “우리학교가 지은지 오래돼서 리모델링이 필요해. 리모델링할 때 여러 분들이 제안한 설계도와 모형을 보고 반영될 수 있게 해보자.”
2.2 교사가 기대하는 최종 산출물의 형태를 설계도부터 모형 제작의 범위 가운데 정하여 제시하라	모형 제작
2.3 학습자의 지적·기능적 수준, 학습시간을 고려하여 문제와 관련된 변인의 수를 결정하라	학교 건물의 크기 및 형태를 선택한다. -기존의 본관건물을 리모델링하는 기법으로 벽과 창을 디자인할것인가? 기존의 건물을 허물고 전혀 다른 모습의 건물을 설계할 것인가? 남향인 본관말고 영어실이나 4학년 동관을 새로 디자인 할것인가? 교사가 제시한 세 가지 방법말고 다른 아이디어가 있으면 수용한다.
2.4 다양한 해결안이 가능한 비구조화된 문제를 개발하라	전기가 많이 드는 냉난방말고 건물이나 주변 것을 바꾸어 시원한 학교, 따뜻한 학교를 만들 수는 없을까?
단계별 활동의 충실성의 원리	
3.1 ‘문제 확인 및 정의-자료 조사 및 아이디어 생성-해결안 선택-모델 제작 및 수정-발표 및 평가’의 과정을 명확하게 계획하라	1차시: 문제 확인 및 정의, 아이디어 생성 -학교에서 기온이 가장 높은 곳과

## 교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용

낮은 곳 탐색. 기온차가 나는 이유(학교의 온도차 확인하기) 확인 후 아이디어 생성

2~3차시: 자료 조사 및 아이디어 생성, 해결안 선택. 조사하면서 아이디어 내고 좋은 아이디어라고 생각되는 것 평가하기

4차시: 해결안 선택. 선택한 해결안을 분석하여 대안 만들기

5~6차시: 모델 제작 및 수정. 두 시간 동안 모델 제작하고 수정

7차시: 발표 및 평가. 과정에 대한 내용 발표 및 모형 전시회로 평가

### 3.2 단계의 목적과 학습자가 해야 할 활동 내용을 작성하라

문제 확인 및 정의: 학교건물이 냉난방에 취약한 이유를 건물의 건축방법에 문제가 있음을 알고 그 해결방법을 찾으려는 마음을 가지게 한다.

아이디어 생성: 시원하게 할 수 있는 방법 생각(아이디어 생각하기)

자료 조사 및 아이디어 생성: 설계도, 건축 재료 관련 자료는 교사 제공, 필요한 내용은 스마트폰 검색, 설계도 만들기(건축 설계 관련 자료 읽기, 필요한 자료 찾기, 토의해서 아이디어 추가하기)

해결안 선택: 모둠에서 만든 설계도를 가장 효과적이며 현실적인 면에서 건축이 가능한지 살펴보는 과정에서 여러 사람의 생각을 모으고 새로운 것을 만들어가는 경험을 하게 한다. 현실 가능성, 적합성, 참신성 측면에서 검토, 수정 사항 확인해서 수정. 재료, 창 위치, 크기 고려(목적과 참신성, 현실 가능성 측면에서 적합한 해결안 선택하기)

모델 제작 및 수정: 모둠에서 만든 설계도를 바탕으로 직접 건물 만들기 활동을 하면서 생각을 작품으로 표현하는 것이 어렵지만 자신과 모둠의 생각을 가장 효율적으로 표현하는 경험을 해본다. 수정한 설계도 바탕으로 모형 제작. 학생들이 필요로 하는 재료 제공(설계도를 바탕으로 학교 모형 만들기, 만들면서 수정하기)

발표 및 평가: 모둠에서 만든 시원한 학교 모형을 발표하기 위해 설계 과정, 모형의 특징, 문제해결의 적합성에 따라 자신의 작품을 평가하고 안내도를 작성, 전시를 위한 전시회장을 꾸며 프로젝트의 완성의 기쁨을 경험을 하게 한다. 목적에 맞는지, 참신한지, 설계 과정에 대해 평가하고 전시를 위한 홍보물 작성. 전시회하기(제작한 모형과 과정 평가하기, 수정하기, 전시를 위한 모형 특징 작성하기, 전시하기, 친구들에게 전시물 설명하기)

## 설계의 순환 반복성의 원리

### 4.1 평가 기준과 방법을 안내하여 학습자가 이에 기초하여 설계 내용을 수정할 수 있도록 하라

주제에 맞는 창의적 아이디어인가, 협력하여 활동하는가. 모형 제작 및 전시회

관찰: 설계도를 수정하는데 고려해야 할 것으로 벽, 창문(위치, 크기), 층, 지붕을 판서하며 설명. 최종적으로 만들 것을 고려해야 함을 설명하며 예로, 어떻게 세울지를 생각하라고 지도. 시원한 학교 만들기의 목적, 비용, 실현 가능성을 생각하며 수정할 것을 안내

“마지막 시간에는 발표할 때증명할 수 있어야 해. 설명할 수 있어야. 어떻게

## 교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용

발표할지 생각하며 수정하자”

4.2 설계 과정의 초반에 충분히 실패하고 수정할 수 있도록 지원 계획을 세워라

설계도의 문제점을 찾아보자. 설계도의 문제점을 여러 방향에서 찾도록 다양한 관점을 제시한다. -건물의 벽은 어떻게 할것인가?(벽의 재료선정과 그것을 잘 표현할 수 있는 모형재료를 찾아본다.) 건물의 높이는 어떻게 할 것인가?(축척을 활용한다.) 건물의 지붕은 어떤 모양과 재료는 무엇으로할 것인가?(지붕재료에 가장 알맞은 모형재료는 어떤 것을 선택할 것인가?), 목적에 맞는 설계도인가, 건물의 재료나 컨셉이 친환경적인가, 실현가능한가, 주변환경과 어울리는가 등 교사의 질문을 들으며 모두의 설계도를 살펴 보면서 수정할 부분을 찾아보고 자신의 생각을 모둠원끼리 자유롭게 표현한다.  
설계도 수정은 창의성을 바탕으로 다음 시간에 잘 표현할 것인가에 중점을 둔다.

4.3 산출물을 수정할 수 있도록 시간을 계획하라

모둠이 구상한 시원한 학교 만들기가 제대로 구현되었는지 살펴보고 문제점과 수정방안을 찾아보는 시간을 준다. 수정방법이 정해지면 수정하는 시간도 주어본다.

### 지식 활용 지원성의 원리

5.1 학습자가 자신의 경험과 사전지식, 교과지식을 활용할 수 있도록 교수전략을 세워라

우리나라의 날씨의 특징은 우리의 주생활을 어떻게 만들었는가?(일어서서 발표하기-생각이 같으면 앉기)

학교건물에서 가장 온도가 높은 곳과 낮은 곳을 찾아 온도를 재고 그 이유를 생각해보자.

필요한 공부를 말해보자. ‘더위를 덜 느끼는 건축재료를 알아봐야해요. 햇빛이 비치는 방향을 생각해봐야해요. 옛날 사람들의 건축법을 알아야해요’

5.2 학습자 수준, 학습 환경을 고려하여 아이디어 생성을 위한 자료의 제공 범위 또는 조사의 방법과 자료 탐색의 범위를 계획하라

설계도 작성과 관련된 자료, 건물 사진은 교사 제공. 이외의 필요한 자료는 스마트폰 활용 검색

재료, 건물의 크기와 높이, 벽, 창문의 구조와 크기

### 창의적 사고 지원성의 원리

6.1 아이디어 생성을 위한 브레인스토밍, 브레인라이팅, 스캠퍼(SCAMPER) 등의 발산적 사고기법에 대한 안내 계획을 세워라

탐색한 결과와 자신이 갖고 있는 바탕지식을 바탕으로 시원한 학교를 만드는 방법을 브레인라이팅 방법을 이용하여 표현한다.

6.2 아이디어 수렴을 위한 PMI(Plus, Minus, Interesting), 평가행렬법 등을 학습자 수준과 목적에 적절한 방법을 선택하여 안내 계획을 세워라

화이트보드에 붙일 때 같은 의견이면 겹치거나 아래로 붙이면서 의견을 정리한다.



교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용
친구들의 의견을 보면서 현실적이며 창의적인 아이디어라고 생각하면 스티커를 붙인다. 스티커의 개수를 2개, 1개, 0개로 자신의 의견을 표현한다.
6.3 아이디어의 장점과 단점을 분석하여 대안을 만들 수 있도록 분석 틀을 개발하라
의견이 비슷하거나 다르지만 합치면 좋은 의견이 되는 것도 찾아본다. 관찰: “합쳤을 때 좋은 의견도 있어”목적, 비용, 가능성 기준으로 분석하기 지난시간에 생각한 방법이 창의적이면서 현실적으로 가능한 것을 찾아보자. 생각한 방법에서 어떤 것을 수정하면 좋은 아이디어가 될까 고민해본다.
시각화 지원성의 원리
7.1 평면이나 입체로 여러 아이디어를 구현하며 의사소통할 수 있도록 재료를 준비하라
도화지, 쌍기나무 관찰: “평면에 표현을 하는데 필요하면 블록을 가져가서 하세요”
7.2 아이디어의 시각적 표현을 통해 해결안의 결과를 예상할 수 있도록 안내 계획을 세워라
교사가 제시한 나무블럭, 스티로폼, 찰흙, 수수깡 등을 보고 설계한 건물의 재료를 표현할 수 있을지 조작하면서 설계도를 살펴보도록 안내한다. 필요한 것을 가져가서 평면의 설계도를 입체로 간단히 설치해보면서 문제점을 찾아보자.
산출물 완성 지원성의 원리
8.1 아이디어의 부재나 문제해결에 실패할 경우 원인에 따라 학습자를 지원할 방법을 계획하라
벽을 세울 때 수직이 되도록 기구를 이용하며 바닥에 붙여보자(디자인상 수직이 안될 경우에는 이유를 생각하도록 한다.) 벽을 세우기 어려우면 기존의 박스를 활용해도 된다. 만드는 과정에서 모듈원의 의견이 모아지면 설계도가 변경되어도 된다. 관찰: “우리가 이걸 왜 하는지를 생각해 봐. 전기를 마음 대로 쓰면 되는데 지속가능한 발전을 생각해봐” 우리모두가 설계도를 만들면서 해결되지 않은 점은 무엇인지 말해보자. 친구들의 의견을 듣고 도움을 줄만한 의견이 있는지 발표해보자.
자원의 제한성의 원리
9.1 학습자의 활동시간을 제한하여 계획하라
4인 1조의 모듈을 만들어 10분동안 활동한다. 정해진 시간(5분) 동안 포스트잇에 생각나는대로 써서 모듈화이트보드에 붙인다.
9.2 설계에 필요한 도구와 재료를 학습자가 선택할 수 있도록 준비하라
선생님이 제시한 자료(하드보드지, 두꺼운 도화지, 부직포, 한지, 수수깡, 빨대, 나무젓가락, 이쑤시개, 블록) 말고 여러분이 시원한 학교 만들기에 필요한 재료가 무엇일지 생각해보고 선생님께 요청하던지 자신이 구할 수 있는 것은 가지고 와도 되니 어떤 자료가 좋을지 생각해 보자 모둠 토의를 거쳐 필요한 재료를 가져간다(개수나 종류는 제한하지 않으나 낭비

## 교수설계 원리 및 상세지침의 적용 내용

되지 않도록 안내한다)

관찰: “(우드락을 보여주며) 벽, 바닥, 천장, 지붕을 뭘로 할지, 또 이외에 특별한 시설을 만들 때 어떻게 만들지 너희들이 생각을 해서 선택을 하면 돼. 재료가 모자를 수 있으니 생각해서 꼭 필요한 것을 사용하도록. 그리고 왜 그 재료를 썼는지를 꼭 설명해야 한다. 모든 재료의 사용에는 이유가 있어야 해. 그리고 재료를 준비했는데 이것 다 쓰라는게 아니라 최적의 재료를 사용하고 사용하는 재료의 양을 적게하면 좋겠어. 지속가능한 발전, 절약의 차원에서.”

9.3 안전과 사용목적, 학습자의 기능수준을 고려하여 도구와 재료의 완성도를 결정하라

학생들의 안전과 기능상에 문제가 될만한 요소가 없음

### 활동의 협력성의 원리

10.1 학습자의 의사소통 성향, 학습수준, 성별이 다르도록 모둠을 구성하라  
별도의 시간을 내기 어려워 기존 모둠으로 수업 진행

10.2 학습자가 협력하며 설계활동에 참여할 수 있도록 협력의 규칙과 방법을 계획하라

친구의 의견에 부정적인 표현을 하지 않도록 안내한다.

모둠원에서 모둠활동에 참여하지 않는 아이가 없도록 배려한다(어려움을 겪는 아이들에게는 작은일에 참여하도록 안내하고 작업을 격려한다.)

10.3 모둠간 경쟁보다는 협력할 수 있도록 교수자가 피드백할 계획을 세워라  
다른 모둠원들이 수정하면 좋을 것을 포스트잇에 써서 붙인다.

### 평가성의 원리

11.1 산출물을 학습자 수준에서의 독창성과 설계 목적에 맞는 적절성 측면에서 평가하도록 평가지를 개발하라

주제에 맞는 창의적 아이디어를 찾아내는가? 산출물이 독창적인가? 산출물이 경제성, 효율성, 쓸모를 생각하여 개발되었는가?

[부록 10] 교수설계 원리 교수자 반응 평가 결과표

<교수설계 원리에 대한 교사의 반응 평가 결과>

반응 평가 문항	결과
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 교과를 통합하여 문제를 개발하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 학습자들이 흥미와 자신감을 가지고 학습에 참여하도록 문제를 개발하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 설계 활동 과정에서 이루어지는 활동을 명확히 인지하고 학습자에게 안내하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 학습자가 활동 과정에서 반복적으로 수정하도록 안내하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 학습자의 경험과 교과 지식을 문제해결에 적용하도록 학습자를 돕는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 학습자가 발산적, 수렴적 사고를 거쳐 문제를 해결하도록 하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 학습자들이 시각적으로 사고할 수 있도록 안내하고 자료를 준비하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 성공적으로 산출물을 만들도록 학습자를 지원하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 교수·학습 자료를 준비하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 학습자의 협력을 돕는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 산출물을 평가하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 수업은 학습자의 창의적 문제해결을 향상시킨다.	4
본 교수설계 원리를 활용하는 것은 체계적으로 STEAM 수업의 활동을 계획하는데 도움이 된다.	4
본 교수설계 절차를 활용하는 것은 체계적으로 STEAM 수업을 설계하는데 도움이 된다.	4

반응 평가 문항	결과
<p>종합적으로 볼 때 현재 연구결과물의 강점은 무엇입니까?</p> <p>-창의적 설계에서 좀더 구조적이고 구체적인 계획을 세우는 과정에서 도움이 되었다.</p> <p>-확산적 사고에 머물수 있는 아이디어를 수렴적 사고로 전이시키는 것에 도움이 되었다.</p> <p>-과정안을 작성할 때 기본원리를 생각하고 반영하는 기회가 되었다.</p>	
<p>종합적으로 볼 때, 현재 연구결과물의 약점은 무엇입니까?</p> <p>-주제 선정 과정에서 아이들의 바탕지식, 관심 등을 찾는 활동이 먼저 필요할 것 같다.</p>	
<p>종합적으로 볼 때, 현재 연구결과물 중에서 중점적으로 개선되어야 할 사항은 무엇입니까?</p> <p>-교육과정 분석이 좀 더 체계적이고 구체적으로 활동 계획이 필요할 것 같다.</p>	

[부록 11] 학습자 반응 수업 사전-사후 검사 결과표

<학습자 수업 만족도 사전-사후 검사 결과표>

번 호	질문	평균		평균차
		사전	사후	사후- 사전
1	과학은 우리 생활에 많은 영향을 주는 중요한 과목이다.	4.24	4.31	0.07
2	과학 교과에서 배우는 내용은 일상생활에서 유익하게 사용된다.	4.00	4.08	0.08
3	STEAM 수업에는 나를 집중하게 만드는 흥미로운 요소가 있다.	3.88	4.10	0.22
4	다른 친구들과 협력하면서 STEAM 수업 활동을 하였다.	4.10	4.16	0.06
5	STEAM 수업을 통해 성공의 기쁨을 경험하고 새로운 문제에 도전하고 싶은 마음이 생겼다.	3.63	3.82	0.19
6	주어진 문제를 제한 조건이 무엇인지를 고려하여 정의하였다.	3.94	4.06	0.12
7	가능한 다양한 방법을 활용하여 해결책을 찾아보았다.	3.82	4.14	0.32
8	문제를 해결하기 위해 상상력을 발휘하고 새로운 생각을 하게 되었다.	3.94	4.16	0.22
9	주어진 문제에 적합한 해결안을 개발하였는지 확인하였다.	3.94	4.18	0.24
10	친구들과 협력하면서 문제를 해결하였다.	4.04	4.02	-0.02
11	나는 STEAM 수업에서 여러 과목의 지식을 함께 배울 수 있어서 좋다.	4.06	4.24	0.18
12	나는 STEAM 수업에서 창의적인 활동을 할 수 있는 것에 만족한다.	4.06	4.24	0.18
13	나는 STEAM 수업에서 문제를 해결하기 위해 다양한 방법을 생각할 수 있어 좋다.	3.96	4.24	0.28
14	나는 STEAM 수업을 통해 과학과 기술, 공학 등 과학기술 관련 내용이 우리 생활에 매우 중요하다는 것을 알게 되어서 만족한다.	4.00	4.31	0.31
15	나는 STEAM 수업이 다양하고 재미있는 방식으로 진행되어서 좋다.	3.98	4.20	0.22

# ABSTRACT

## The Development of Instructional Design Principles for Creative Design Activities in Elementary School STEAM Education

Soyoung Choi

Advisor: Dr. Cheolil Lim

Department of Education

The Graduate School

Seoul National University

The importance of raising scientist and technician of talents is growing up because of national competition based on the advanced scientific technology. Korea government announced the policies for the enforcement of scientific technology area and STEAM education is the one of the policies for elementary and secondary school students. STEAM is the abbreviation of Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. The aim of STEAM education is to improve students' creative problem solving and interest and attitude toward scientific technology relevance disciplines.

The core strategy of STEAM education is convergence of knowledge and practices of various subjects including science and mathematics based on engineering or technology design. In STEAM

education, 'creative design' means engineering/technology design and the purpose of it is to engage students in class and promote their creative thinking.

The school program of STEAM education is effective in improving students' interest and changing their attitude of science and technology. However, 'creative design' activities are not well applied in lessons and teachers have difficulty in designing those. Especially elementary school teachers feel bad for understanding 'creative design' and planing 'creative design' activities for students. Therefore, this study is aimed to develop of instructional design principles for 'creative design' activities in elementary school STEAM education. The research problems are 1) what are the instructional design principles for 'creative design' activities in elementary STEAM education? 2) what are the reactions of teacher and students about the instructional design principles for 'creative design' activities?

The research was performed by design and development research method. The development of initial instructional design principles were based on literature review, interview with teachers who lead STEAM education and their students, and class observations. STEAM researchers and teachers reviewed the instructional design principles to validate. They rated and suggested their opinions about instructional design principles and guidances. The user test and on-site test were conducted by elementary school teachers and their students. In on-site validation, one teacher and 55 students were joined. To confirm the effect on the instructional design principles, students' STEAM class satisfactory questionnaires, interview with the teacher and students, and class observation were applied.

As a result, 11 principles and 29 specific guidelines to design 'creative design' activities in elementary STEAM class were suggested. The components of creative design are design problem, design activity process, and design product. The instructional design

principles for 'creative design' activities in elementary STEAM education are suggested as the principle of 1) curriculum integration, 2) optimization, 3) faithful activities in each design steps, 4) rotation and repetition of design activities, 5) fostering knowledge utilization, 6) activation of creative thinking, 7) using visualization, 8) failure management, 9) selection of learning material, 10) promoting collaborative activities, 11) supporting self-evaluation.

According to the results, the instructional design principles were helpful for the teacher to design 'creative design' activities systematically. Through class observation and interviews, it was confirmed that there was a change in students' perception of the interest and importance of science and technology. Also, they satisfied the lessons and thought creative.

The study discusses the implications of instructional design principles for 'creative design' activities; instructional design of the activities; research procedures of design and developmental research methodologies; and characteristics of teachers' use of instructional design principles. As a follow-up study, it is expected that research for creative design activities based on various types of outputs, study on integrated problem development for STEAM education, research for creative design activities linked with 'Maker education', and design of learning environment for design activities.

Keywords: STEAM Education, Creative Design, Creative Design Activities, Instructional Design Principle

Student ID: 2010-30375